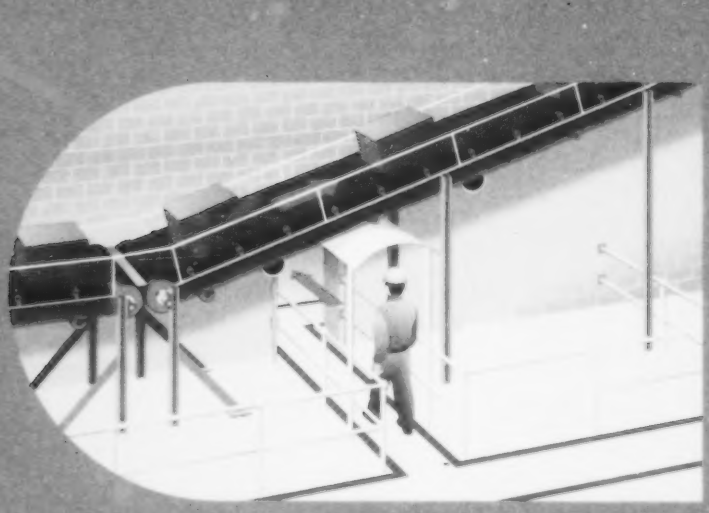
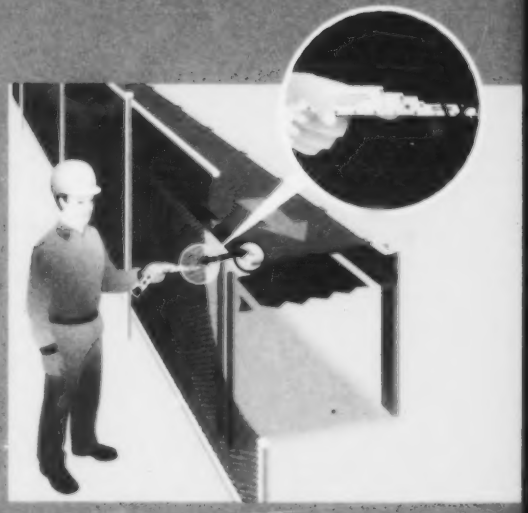
SÉCURITÉ DES CONVOYEURS À COURROIE

Généralités, protection contre les phénomènes dangereux





Guide de l'utilisateur

irsst

La prévention, j'y travaille !

CSST

104-07596/

SÉCURITÉ DES CONVOYEURS À COURROIE

Généralités, protection contre les phénomènes dangereux

Guide de l'utilisateur

irsst

La prévention, j'y travaille !
CSST
www.csst.qc.ca

Recherche et rédaction
Laurent Giraud, Ph.D., ingénieur stagiaire, chercheur, IRSST
Serge Massé, ingénieur, professionnel scientifique, IRSST
Julie Dubé, ingénieure stagiaire, professionnelle scientifique, IRSST
Luc Schreiber, ingénieur, M.Sc., Direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec, CSST
André Turcot, ingénieur, Direction de la prévention-inspection, CSST

Validation par le «Comité protection des convoyeurs»:
Laurent Giraud, Ph.D., ingénieur stagiaire, chercheur, IRSST
Serge Massé, ingénieur, professionnel scientifique, IRSST
Julie Dubé, ingénieure stagiaire, professionnelle scientifique, IRSST
Gilles Brouard, inspecteur, Direction régionale de l'Outaouais, CSST
Yves Desrochers, inspecteur, Direction régionale de l'Abitibi-Témiscamingue, CSST
Donald Duchesne, ingénieur, conseiller en prévention-inspection, Direction de la prévention-inspection, CSST
Gilles Gagnon, ingénieur, conseiller en prévention-inspection, Direction de la prévention-inspection, CSST
Louise Gravel, ingénieure, conseillère en prévention-inspection, Direction de la prévention-inspection, CSST
Daniel Macleod, ingénieur, inspecteur, Direction régionale de la Chaudière-Appalaches, CSST
André Marchand, inspecteur, Direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec, CSST
Yvon Papin, conseiller en prévention-inspection, Direction de la prévention-inspection, CSST
Luc Schreiber, ingénieur, M.Sc., inspecteur, Direction régionale de la Mauricie et du Centre-du-Québec, CSST
André Turcot, ingénieur, conseiller en prévention-inspection, Direction de la prévention-inspection, CSST
Joseph Wigorski, inspecteur, Direction régionale de l'Abitibi-Témiscamingue, CSST
Lyne Beaulé, conseillère en communication, Direction des communications, CSST

Gestion de projet
Donald Duchesne, ingénieur, conseiller en prévention, Direction de la prévention-inspection, CSST

Supervision et coordination de la conception-production
Lyne Beaulé, conseillère en communication, Direction des communications, CSST

Révision linguistique
Claudette Lefebvre, Direction des communications, CSST

Correction des épreuves
Jean-Marc Plante

Conception graphique et infographie
Eykel Design

Illustrations
Steve Bergeron

Impression
Transcontinental Québec

Suivi d'impression et de distribution
Lise Tremblay, Direction des communications, CSST

Remerciements
Nous tenons à remercier plus particulièrement les représentants patronaux et syndicaux des établissements et organismes suivants de leur collaboration : Les gravières de Beauce, Abitibi-Consolidated (division Belgo et division Laurentides), Produits forestiers Domtar (division Val-d'Or), Uniboard Canada (division Val-d'Or), Mine Jeffrey, ASSIFQ-ASSPPQ, CIFQ et AMQ.

La CSST garantit que le document est conforme aux lois et règlements qu'elle applique au moment précis de sa parution et non ultérieurement. Elle ne se porte nullement garante de la validité de son contenu si celui-ci est altéré ou modifié de quelque manière.

© Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec

2e édition revue et corrigée

Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Québec, 2003
ISBN 2-550-42283-X
DC 200-16227-1 (04-01)

Table des matières

Introduction 7

Domaine d'application 7

Section I Généralités

1 Analyse du contexte et définitions 9

1.1 Analyse du contexte 9
1.2 Définitions 10
1.2.1 Tâches effectuées 10
1.2.2 Personnes 10
1.2.3 Zones 10
1.2.4 Éléments d'un convoyeur 10

2 Information sur les accidents 15

3 Phénomènes dangereux 16

4 Lois et règlements en vigueur 18

5 Appréciation et réduction du risque 19

6 Information sur la maintenance 19

Section II Protection contre les phénomènes dangereux

1 Démarche d'appréciation et de réduction du risque 21

2 Mesures de protection contre les phénomènes dangereux d'origine mécanique 23

2.1 Principes généraux 23
2.2 Protecteurs 23
2.2.1 Dimensions admissibles des ouvertures des protecteurs 24
2.2.2 Protecteurs fixes 24
2.2.2.1 Protecteur fixe enveloppant 24
2.2.2.2 Protecteur fixe de maintien à distance 28
2.2.2.3 Protecteur fixe d'angle rentrant 29
2.2.3 Protecteur à interverrouillage 31
2.2.4 Protecteur à enclenchement 32
2.3 Dispositifs dissuasifs 33
2.4 Voies de circulation et de service 34
2.5 Chute ou projection d'éléments 34
2.5.1 Éléments du convoyeur 34
2.5.2 Charges transportées 34

Table des matières

Introduction 7

Domaine d'application 7

Section I Généralités

1 Analyse du contexte et définitions 9

1.1 Analyse du contexte 9
1.2 Définitions 10
1.2.1 Tâches effectuées 10
1.2.2 Personnes 10
1.2.3 Zones 10
1.2.4 Éléments d'un convoyeur 10

2 Information sur les accidents 15

3 Phénomènes dangereux 16

4 Lois et règlements en vigueur 18

5 Appréciation et réduction du risque 19

6 Information sur la maintenance 19

Section II Protection contre les phénomènes dangereux

1 Démarche d'appréciation et de réduction du risque 21

2 Mesures de protection contre les phénomènes dangereux d'origine mécanique 23

2.1 Principes généraux 23
2.2 Protecteurs 23
2.2.1 Dimensions admissibles des ouvertures des protecteurs 24
2.2.2 Protecteurs fixes 24
2.2.2.1 Protecteur fixe enveloppant 24
2.2.2.2 Protecteur fixe de maintien à distance 28
2.2.2.3 Protecteur fixe d'angle rentrant 29
2.2.3 Protecteur à interverrouillage 31
2.2.4 Protecteur à enclenchement 32
2.3 Dispositifs dissuasifs 33
2.4 Voies de circulation et de service 34
2.5 Chute ou projection d'éléments 34
2.5.1 Éléments du convoyeur 34
2.5.2 Charges transportées 34

2.6 Sommaire des exigences en matière de protection des convoyeurs à courroie dans le cas des activités de production 35
2.6.1 Éléments mobiles de transmission d'énergie **36**
2.6.2 Courroie **37**
2.6.3 Brins supérieur et inférieur dans une zone rectiligne **39**
2.6.4 Zone d'inflexion **46**
2.6.5 Zone de transition **47**
2.6.6 Tambours **48**
2.6.7 Charge en mouvement **52**
2.6.8 Sous-ensemble en mouvement **56**
2.6.9 Convoyeur mobile **57**

3 Mesures de protection contre les autres phénomènes dangereux 58

3.1 Phénomènes dangereux résultant du non-respect des principes ergonomiques 58
3.2 Phénomènes dangereux d'origine thermique 58
3.3 Phénomènes dangereux d'origine électrique 58
3.4 Phénomènes dangereux dus aux incendies et aux explosions 58

4 Mesures de protection contre les défaillances ou les dysfonctionnements des systèmes de commande 59

4.1 Mise en marche 59
4.2 Arrêt général 59
4.3 Arrêt d'urgence 59
4.4 Dispositif d'arrêt d'urgence à câble 61

5 Mesures de protection contre les phénomènes dangereux lors des interventions de maintenance 62

5.1 Principes généraux 62
5.2 Cadenassage 62
5.3 Dispositions concernant les interventions de maintenance dans la zone dangereuse d'un convoyeur en marche 63
5.4 Sommaire des exigences en matière de protection pour les interventions de maintenance 63

6 Formation des opérateurs et des préposés à la maintenance 66

6.1 Formation des opérateurs 66
6.2 Formation des préposés à la maintenance 66

Annexes

Annexe A Conception des protecteurs **67**

Annexe B Exemples d'utilisation du tableau 2-2 (Distances à respecter dans le cas des protecteurs fixes de maintien à distance) **69**

Références 75

Bibliographie 77

Liste des tableaux

Tableau 1-1 Fréquence des accidents graves ou mortels en fonction de l'endroit où ils se sont produits **15**

Tableau 1-2 Fréquence des accidents graves ou mortels en fonction de l'activité du travailleur **15**

Tableau 1-3 Lois et règlements en vigueur **18**

Tableau 2-1 Dimensions admissibles des ouvertures des protecteurs **25**

Tableau 2-2 Distances à respecter dans le cas des protecteurs fixes de maintien à distance **29**

Tableau 2-3 Longueurs minimales des protecteurs fixes d'angle rentrant **31**

Tableau 2-4 Exigences en matière de protection pour les principales interventions de maintenance **64**

Liste des figures

Figure 1-1 Schémas de convoyeurs à courroie **11**

Figure 1-2 Types de supports de courroie **12**

Figure 1-3 Exemple d'un système de chargement **13**

Figure 1-4 Exemples de phénomènes dangereux imputables aux éléments mobiles de transmission d'énergie **16**

Figure 1-5 Exemples de phénomènes dangereux d'origine mécanique **17**

Figure 1-6 Exemples de phénomènes dangereux imputables à une charge isolée et à des obstacles fixes **17**

Figure 1-7 Exemples de phénomènes dangereux imputables à des sous-ensembles en mouvement **17**

Figure 2-1 Schéma du processus d'appréciation et de réduction du risque **22**

Figure 2-2 Exemple de protecteur fixe enveloppant (cage partielle) **26**

Figure 2-3 Protecteur fixe enveloppant pour rouleaux porteurs et rouleaux de retour **27**

Figure 2-4 Protecteur fixe enveloppant à la hauteur d'une zone d'inflexion **27**

Figure 2-5 Exemples de protecteurs fixes enveloppants (écrans latéraux sans protection par le dessous) **28**

Figure 2-6 Exemple de protecteur fixe de maintien à distance (la zone dangereuse est à moins de 100 mm du protecteur) **28**

Figure 2-7 Illustration du tableau 2-2 **29**

Figure 2-8 Protecteur fixe d'angle rentrant (élément plein profilé) **30**

Figure 2-9 Protecteur fixe d'angle rentrant (déflecteur incliné avec plaques latérales) **30**

Figure 2-10 Principe de fonctionnement d'un protecteur à interverrouillage **32**

Figure 2-11 Principe de fonctionnement d'un protecteur à enclenchement **32**

Figure 2-12 Exemples de dispositifs dissuasifs **33**

Figure 2-13 Protecteur fixe enveloppant pour poulies et courroie de transmission **36**

Figure 2-14 Protecteur fixe enveloppant pour accouplement **36**

Figure 2-15 Protecteur fixe enveloppant pour arbre **36**

Figure 2-16 Protecteur fixe enveloppant pour bout d'arbre **36**

Figure 2-17 Exemples de mesures de protection des voies de circulation **37**

Figure 2-18 Épissures mécaniques **38**

Figure 2-19 Protecteur fixe enveloppant à la hauteur d'une zone de chargement **39**

Figure 2-20 Protecteur fixe d'angle rentrant pour rouleaux porteurs (plaques) **40**

2.6 **Sommaire des exigences en matière de protection des convoyeurs à courroie dans le cas des activités de production** 35
2.6.1 Éléments mobiles de transmission d'énergie 36
2.6.2 Courroie 37
2.6.3 Brins supérieur et inférieur dans une zone rectiligne 39
2.6.4 Zone d'inflexion 46
2.6.5 Zone de transition 47
2.6.6 Tambours 48
2.6.7 Charge en mouvement 52
2.6.8 Sous-ensemble en mouvement 56
2.6.9 Convoyeur mobile 57

3 Mesures de protection contre les autres phénomènes dangereux 58

3.1 **Phénomènes dangereux résultant du non-respect des principes ergonomiques** 58
3.2 **Phénomènes dangereux d'origine thermique** 58
3.3 **Phénomènes dangereux d'origine électrique** 58
3.4 **Phénomènes dangereux dus aux incendies et aux explosions** 58

4 Mesures de protection contre les défaillances ou les dysfonctionnements des systèmes de commande 59

4.1 **Mise en marche** 59
4.2 **Arrêt général** 59
4.3 **Arrêt d'urgence** 59
4.4 **Dispositif d'arrêt d'urgence à câble** 61

5 Mesures de protection contre les phénomènes dangereux lors des interventions de maintenance 62

5.1 **Principes généraux** 62
5.2 **Cadenassage** 62
5.3 **Dispositions concernant les interventions de maintenance dans la zone dangereuse d'un convoyeur en marche** 63
5.4 **Sommaire des exigences en matière de protection pour les interventions de maintenance** 63

6 Formation des opérateurs et des préposés à la maintenance 66

6.1 **Formation des opérateurs** 66
6.2 **Formation des préposés à la maintenance** 66

Annexes

Annexe A Conception des protecteurs 67

Annexe B Exemples d'utilisation du tableau 2-2 (Distances à respecter dans le cas des protecteurs fixes de maintien à distance) 69

Références 75

Bibliographie 77

Liste des tableaux

Tableau 1-1 Fréquence des accidents graves ou mortels en fonction de l'endroit où ils se sont produits 15

Tableau 1-2 Fréquence des accidents graves ou mortels en fonction de l'activité du travailleur 15

Tableau 1-3 Lois et règlements en vigueur 18

Tableau 2-1 Dimensions admissibles des ouvertures des protecteurs 25

Tableau 2-2 Distances à respecter dans le cas des protecteurs fixes de maintien à distance 29

Tableau 2-3 Longueurs minimales des protecteurs fixes d'angle rentrant 31

Tableau 2-4 Exigences en matière de protection pour les principales interventions de maintenance 64

Liste des figures

Figure 1-1 Schémas de convoyeurs à courroie 11

Figure 1-2 Types de supports de courroie 12

Figure 1-3 Exemple d'un système de chargement 13

Figure 1-4 Exemples de phénomènes dangereux imputables aux éléments mobiles de transmission d'énergie 16

Figure 1-5 Exemples de phénomènes dangereux d'origine mécanique 17

Figure 1-6 Exemples de phénomènes dangereux imputables à une charge isolée et à des obstacles fixes 17

Figure 1-7 Exemples de phénomènes dangereux imputables à des sous-ensembles en mouvement 17

Figure 2-1 Schéma du processus d'appréciation et de réduction du risque 22

Figure 2-2 Exemple de protecteur fixe enveloppant (cage partielle) 26

Figure 2-3 Protecteur fixe enveloppant pour rouleaux porteurs et rouleaux de retour 27

Figure 2-4 Protecteur fixe enveloppant à la hauteur d'une zone d'inflexion 27

Figure 2-5 Exemples de protecteurs fixes enveloppants (écrans latéraux sans protection par le dessous) 28

Figure 2-6 Exemple de protecteur fixe de maintien à distance (la zone dangereuse est à moins de 100 mm du protecteur) 28

Figure 2-7 Illustration du tableau 2-2 29

Figure 2-8 Protecteur fixe d'angle rentrant (élément plein profilé) 30

Figure 2-9 Protecteur fixe d'angle rentrant (déflecteur incliné avec plaques latérales) 30

Figure 2-10 Principe de fonctionnement d'un protecteur à interverrouillage 32

Figure 2-11 Principe de fonctionnement d'un protecteur à enclenchement 32

Figure 2-12 Exemples de dispositifs dissuasifs 33

Figure 2-13 Protecteur fixe enveloppant pour poulies et courroie de transmission 36

Figure 2-14 Protecteur fixe enveloppant pour accouplement 36

Figure 2-15 Protecteur fixe enveloppant pour arbre 36

Figure 2-16 Protecteur fixe enveloppant pour bout d'arbre 36

Figure 2-17 Exemples de mesures de protection des voies de circulation 37

Figure 2-18 Épissures mécaniques 38

Figure 2-19 Protecteur fixe enveloppant à la hauteur d'une zone de chargement 39

Figure 2-20 Protecteur fixe d'angle rentrant pour rouleaux porteurs (plaques) 40

Figure 2-21 Protecteur fixe enveloppant pour rouleaux porteurs 40
Figure 2-22 Protecteurs fixes enveloppants pour rouleaux de retour 41
Figure 2-23 Protecteurs fixes d'angle rentrant pour rouleaux de retour 41
Figure 2-24 Exemples de dispositifs de protection des voies de circulation 42
Figure 2-25 Dispositif dissuasif (plaque latérale) pour rouleau de retour situé à moins de 700 mm du sol 43
Figure 2-26 Dispositif de retenue des rouleaux de retour 44
Figure 2-27 Protecteur fixe enveloppant pour tambour et grattoir (cage partielle) 45
Figure 2-28 Protecteurs fixes enveloppants à la hauteur d'une zone d'inflexion 46
Figure 2-29 Protecteur fixe d'angle rentrant à la hauteur d'une zone d'inflexion 46
Figure 2-30 Protecteurs pour tambour de tête et zone de transition 47
Figure 2-31 Protecteur fixe d'angle rentrant pour tambour 48
Figure 2-32 Grattoir servant de protecteur fixe d'angle rentrant 48
Figure 2-33 Protecteur fixe enveloppant pour tambour de queue 49
Figure 2-34 Protecteur de maintien à distance pour dispositif de tension par gravité 50
Figure 2-35 Protecteur fixe à la jonction de deux convoyeurs 51
Figure 2-36 Rouleau escamotable à la jonction de deux convoyeurs 51
Figure 2-37 Exemple de mesure de protection contre les phénomènes dangereux dus à une charge isolée et à un obstacle fixe 53
Figure 2-38 Exemple de protecteur pour les charges isolées et les rouleaux excédant la largeur de la courroie 54
Figure 2-39 Exemples de mesures de protection des voies de circulation 55
Figure 2-40 Exemple de protecteurs de maintien à distance pour éjecteur 56
Figure 2-41 Convoyeur mobile 57
Figure 2-42 Symbole normalisé servant à désigner les dispositifs à ouverture forcée 60
Figure A-1 Exemple de protecteur fixe avec des charnières 67
Figure A-2 Exemple de serrure à ouverture par quart de tour 68
Figure A-3 Exemples de fixations imperdables 68
Figure B-1 Protecteur fixe de maintien à distance – Exemple 1 70
Figure B-2 Protecteur fixe de maintien à distance – Exemple 2 72

Introduction

De nombreux accidents sont imputables aux possibilités d'accès aux différentes zones dangereuses des convoyeurs à courroie. La majorité de ces accidents surviennent au cours d'interventions de maintenance effectuées sur le convoyeur pendant qu'il fonctionne et que les zones dangereuses ne sont pas protégées.

Il est donc nécessaire de prévoir des moyens de prévention afin que tout travail effectué sur un convoyeur ou à proximité se fasse en toute sécurité. C'est cependant dès l'étape de la conception qu'il faut trouver des moyens de limiter l'exposition des travailleurs aux phénomènes dangereux en réduisant le nombre des interventions de nettoyage sous le convoyeur, de déblocage ou d'entretien du convoyeur, etc. Le présent guide fournit des renseignements sur les mesures de prévention à prendre, mais nous ne prétendons pas qu'il soit exhaustif. De plus, dans plusieurs situations, il faudra analyser le risque avant de choisir les mesures à prendre.

Le guide comporte deux sections qui traitent essentiellement des définitions, des phénomènes dangereux, de l'analyse du risque et des mesures de protection contre les phénomènes dangereux lors des opérations de production et des interventions de maintenance. Il s'adresse principalement aux travailleurs, aux techniciens, aux contremaîtres et à toute personne susceptible d'utiliser un convoyeur à courroie.

Un second guide, intitulé *Sécurité des convoyeurs à courroie : guide du concepteur*, porte sur la conception et la modification de convoyeurs dans le but de les rendre plus sécuritaires et s'adresse, quant à lui, principalement aux ingénieurs, aux concepteurs, aux responsables de la maintenance et aux fabricants de convoyeurs à courroie. De plus, une partie de ce guide traite plus précisément des problèmes de fonctionnement liés aux convoyeurs, aide à poser un diagnostic et comporte des suggestions de solutions. Un arbre des fautes, figurant en annexe, permet d'établir une relation entre les défaillances et les accidents.

Domaine d'application

Le présent guide touche les convoyeurs à courroie conçus pour le transport en continu de charges en vrac ou isolées, suivant un itinéraire prédéterminé, entre un point de chargement et un point de déchargement. Il s'applique aussi aux convoyeurs mobiles, par exemple ceux qui pivotent autour d'une trémie ou ceux qui sont sur roues ou sur fardier.

SECTION I

GÉNÉRALITÉS

1 Analyse du contexte et définitions

1.1 Analyse du contexte

Les convoyeurs à courroie se caractérisent notamment, du point de vue de la sécurité, par :

- une étendue qui peut être très variable : le convoyeur peut faire quelques mètres ou plusieurs kilomètres répartis sur plusieurs paliers ;
- le fait que la majorité des accidents surviennent à la hauteur des tambours de tête ou de queue et des mécanismes de transmission moteur-tambour ;
- le fait que la majorité des accidents surviennent au cours du nettoyage ou d'un autre travail de maintenance ;
- l'existence de risques liés :
  - aux éléments mobiles de transmission d'énergie (organes moteurs, réducteurs, pignons, etc.) ou à la courroie transporteuse et aux éléments qu'elle entraîne ;
  - aux déplacements des charges elles-mêmes ;
  - aux déplacements de sous-ensembles mobiles (dispositifs d'aiguillage, poussoirs, etc.) ;
  - à la proximité de voies de circulation ouvertes à toute personne et éventuellement au passage de ces voies en dessous ou au-dessus de l'équipement ;
  - à une incompatibilité entre les arrêts répétés et les impératifs de la production ;
  - à des arrêts dont la cause est inconnue des opérateurs et des intervenants se trouvant loin du convoyeur, situations qui peuvent entraîner des comportements présentant des risques ;
  - à la chute du matériau transporté ;
- l'existence de risques dont la gravité peut être très variable selon qu'il s'agit d'un convoyeur à courroie pour petites charges ou d'un convoyeur de grandes dimensions (ex. : dans les mines) ;
- l'existence de risques présentés par un mécanisme en particulier ou par une zone entière du convoyeur.

1.2 Définitions

La sécurité des équipements doit être pensée en fonction des personnes qui exécutent leurs tâches dans leur environnement de travail.

1.2.1 Tâches effectuées

On distingue deux types de tâches :

- LES ACTIVITÉS DE PRODUCTION : mises en marche, mises à l'arrêt et activités telles que prise et dépose de charges, assemblage, vissage, étiquetage, codage, surveillance, etc.
- LES INTERVENTIONS DE MAINTENANCE : vérifications, nettoyage, débourrages, déblocages de charges, graissages, réglages, réparations ou tout autre travail de maintenance.

1.2.2 Personnes

- OPÉRATEUR : personne chargée de faire fonctionner une machine ou un appareil pour l'exécution des activités de production et généralement affectée à un poste d'opération.
- PRÉPOSÉ À LA MAINTENANCE : personne autorisée à pratiquer toute intervention de maintenance sur l'équipement et ayant reçu la formation nécessaire à cette fin.

Note : S'il a reçu la formation nécessaire, un opérateur peut être amené à effectuer différentes interventions de maintenance telles que débourrage, déblocage et nettoyage.

1.2.3 Zones

ZONE D'INTERVENTION : espace englobant l'équipement et les charges transportées, y compris les accès et les voies d'accès intégrés à l'équipement. On y trouve :

- LA ZONE DANGEREUSE. Il s'agit de toute zone située à l'intérieur ou autour d'une machine et qui présente un risque pour la santé, la sécurité ou l'intégrité physique des travailleurs ;
- LE POSTE D'OPÉRATION. C'est la partie de la zone d'intervention spécialement aménagée pour un ou plusieurs opérateurs ;
- LA VOIE DE SERVICE. Il s'agit de la voie de déplacement réservée au fonctionnement ou à la maintenance du convoyeur ou d'autres machines ;
- LA VOIE DE CIRCULATION. C'est l'espace servant aux déplacements des personnes et ne faisant pas partie de l'équipement, mais pouvant le côtoyer ou le traverser ;
- LA ZONE DE CHARGEMENT ET DE DÉCHARGEMENT. Il s'agit de l'espace où est déposé ou dont est retiré le matériau transporté automatiquement ou manuellement.

1.2.4 Éléments d'un convoyeur

Les principaux éléments d'un convoyeur sont définis ci-dessous et illustrés aux figures 1-1 à 1-3. Les chiffres indiqués sur ces figures correspondent aux numéros de la légende et des définitions. Des définitions plus détaillées se trouvent dans le second guide intitulé *Sécurité des convoyeurs à courroie : guide du concepteur.*

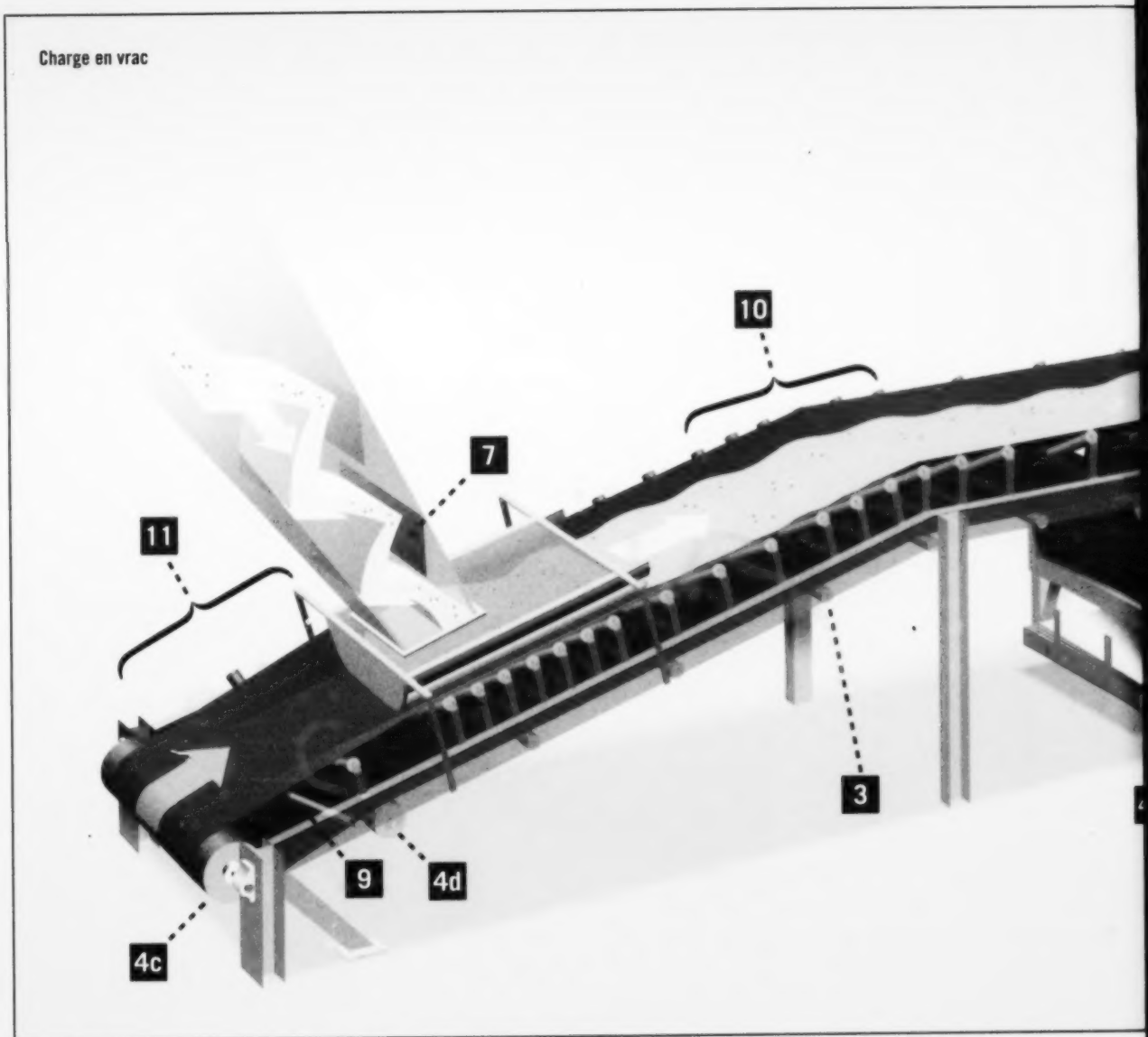


FIGURE 1-1 SCHÉMAS DE CONVOYEURS À COURROIE

1 COURROIE (OU BANDE)
- **1a** Brin supérieur (porteur)
- **1b** Brin inférieur (de retour)

2 ROULEAUX PORTEURS

3 ROULEAUX DE RETOUR

4 TAMBOURS
- **4a** d'entraînement
- **4b** de tête
- **4c** de queue
- **4d** de contrainte
- **4e** tendeur

5 DISPOSITIF DE TENSION
- **5a** par gravité
- **5b** manuel ou automatique

6 ÉLÉMENTS MOBILES DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE

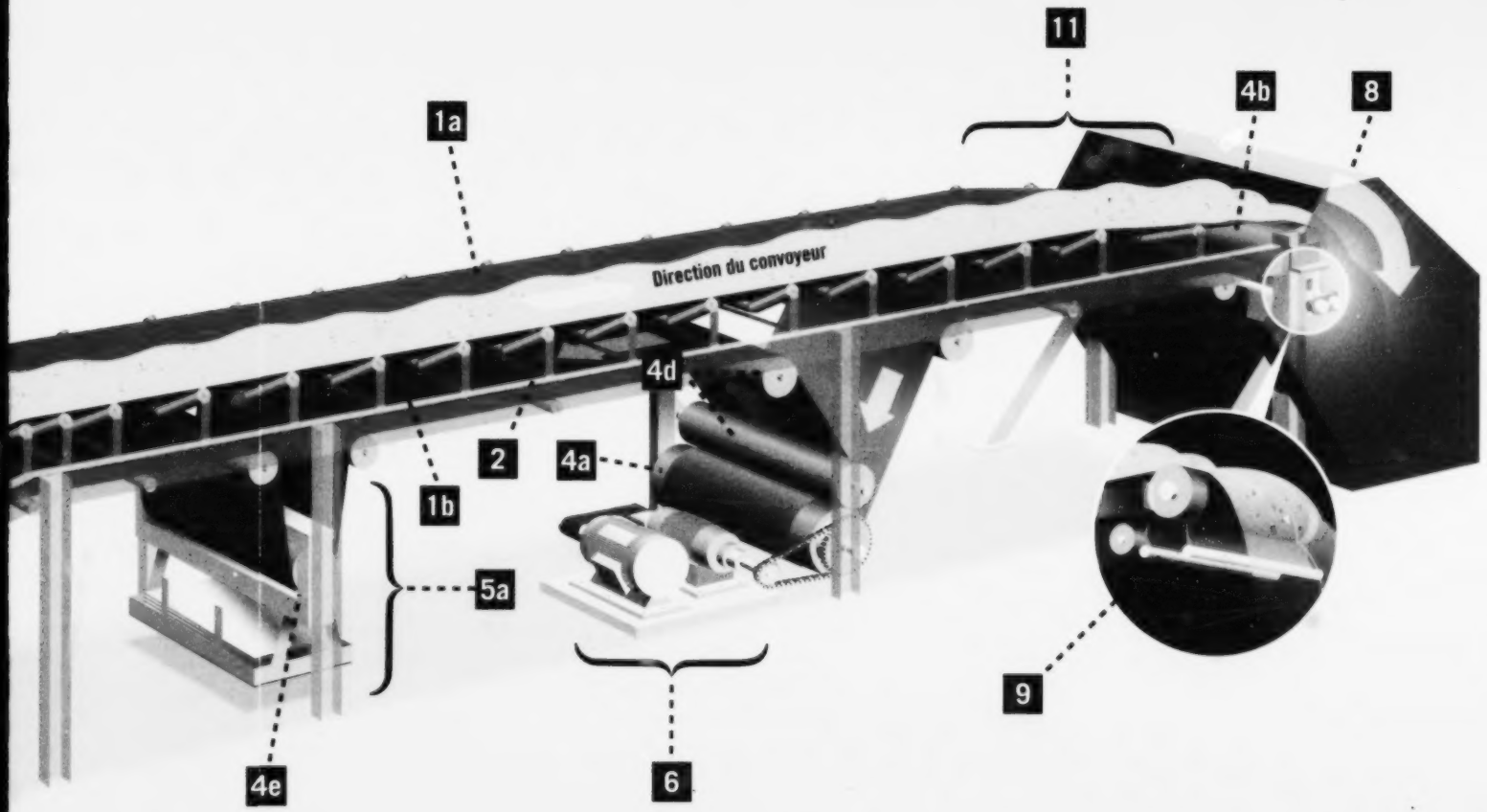
7 SYSTÈME DE CHARGEMENT

8 SYSTÈME DE DÉCHARGEMENT

9 DISPOSITIF DE NETTOYAGE DE COURROIE ET DE TAMBOUR

10 ZONE D'INFLEXION

11 ZONE DE TRANSITION

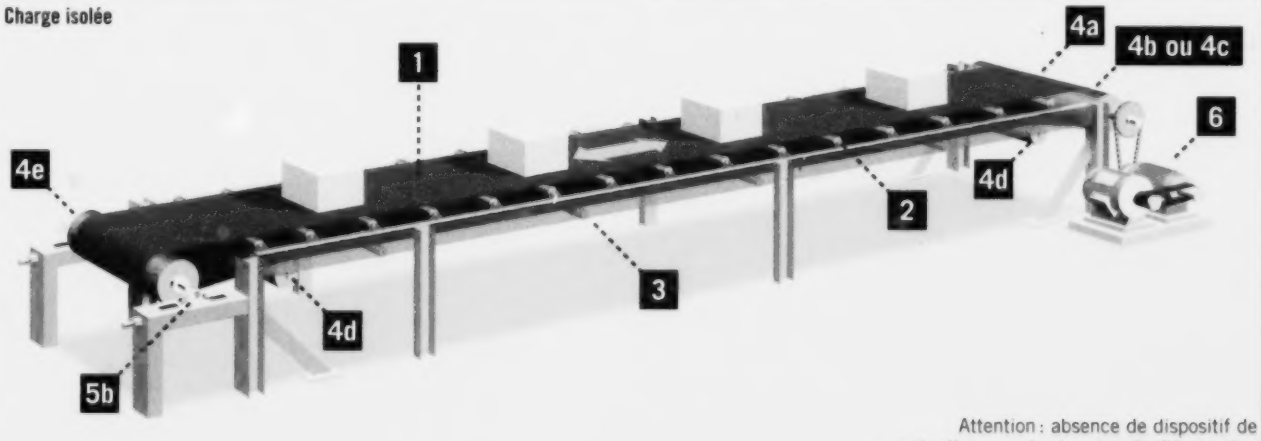


Attention : absence de dispositif de protection pour les besoins de l'illustration

XION

NSITION

Charge isolée



Attention : absence de dispositif de protection pour les besoins de l'illustration

1. COURROIE (OU BANDE)

Fonction : transporter le matériau.

1a Brin supérieur (généralement le brin porteur).

1b Brin inférieur (généralement le brin de retour).

2. ROULEAUX PORTEURS

Fonction : réduire la résistance au mouvement de la courroie chargée et la soutenir. Certains rouleaux porteurs peuvent aussi servir à réduire les impacts, à aligner la courroie, à la former en auge (voir la figure 1-2) ou à en changer la direction.

3. ROULEAUX DE RETOUR

Fonction : réduire la résistance au mouvement de la courroie et la soutenir. Certains rouleaux de retour peuvent aussi servir à aligner la courroie ou à en changer la direction.

4. TAMBOURS

Fonction : entraîner la courroie ou l'amener à changer de direction. Types de tambours :

4a d'entraînement, qui, mû par le moteur, entraîne la courroie ;

4b de tête, qui renvoie la courroie vers le brin de retour (peut aussi constituer un tambour d'entraînement) ;

4c de queue, qui renvoie la courroie vers le brin porteur ;

4d de contrainte, qui ramène le brin entrant ou sortant de la courroie en ligne avec le brin de retour ou crée l'angle d'enroulement voulu autour du tambour d'entraînement ;

4e tendeur, qui maintient la tension de la courroie au moyen d'un dispositif de tension.

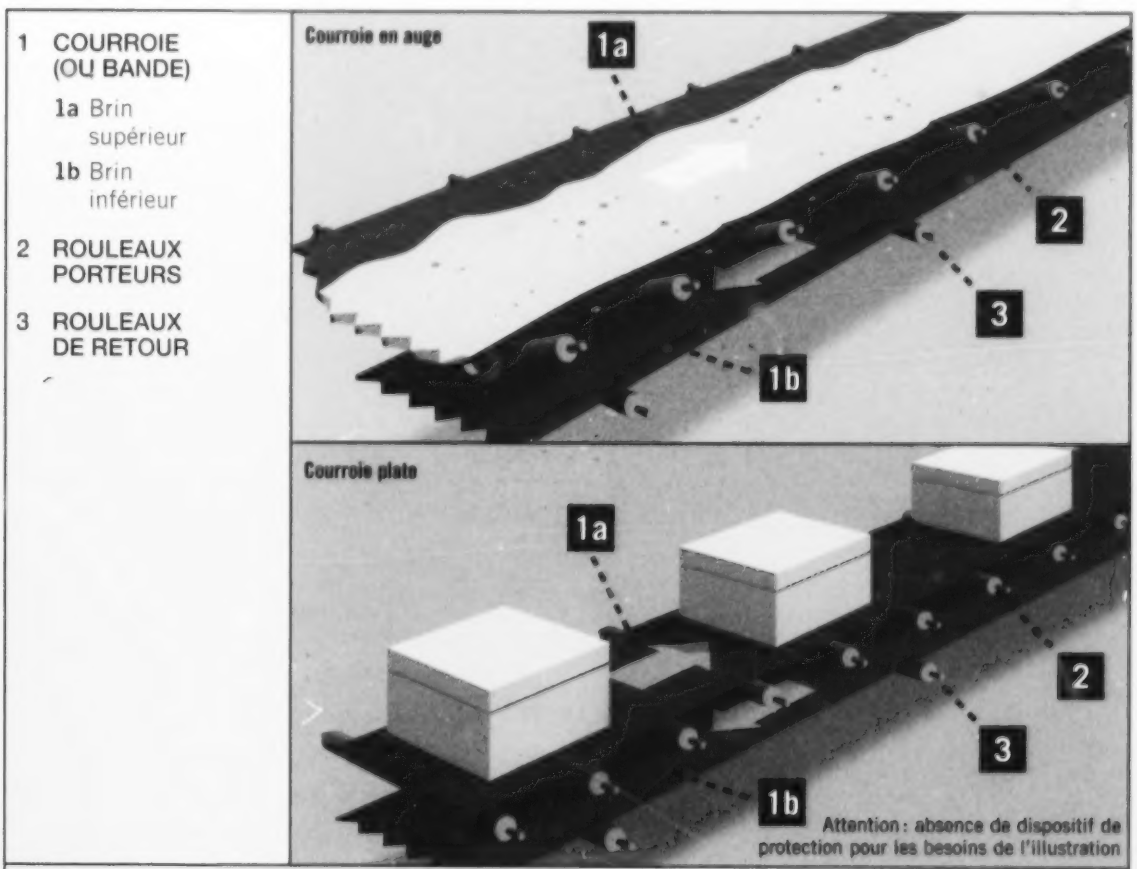


FIGURE 1-2 TYPES DE SUPPORTS DE COURROIE

5. DISPOSITIF DE TENSION

Fonction : assurer la tension requise dans la courroie. Types de dispositifs de tension :

5a par gravité : une masse guidée attachée au tambour tendeur (4e) assure la tension ;

5b manuel ou automatique : actionné manuellement par des vis ou automatiquement par un système de commande.

6. ÉLÉMENTS MOBILES DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE

Fonction : produire et transmettre l'énergie nécessaire au tambour d'entraînement pour mouvoir ou retenir la courroie. Plusieurs combinaisons existent :

- Moteur-réducteur monté directement en bout d'arbre ;
- Moteur et réducteur reliés par des accouplements ;
- Chaînes ou courroies utilisées entre le moteur et l'arbre du tambour.

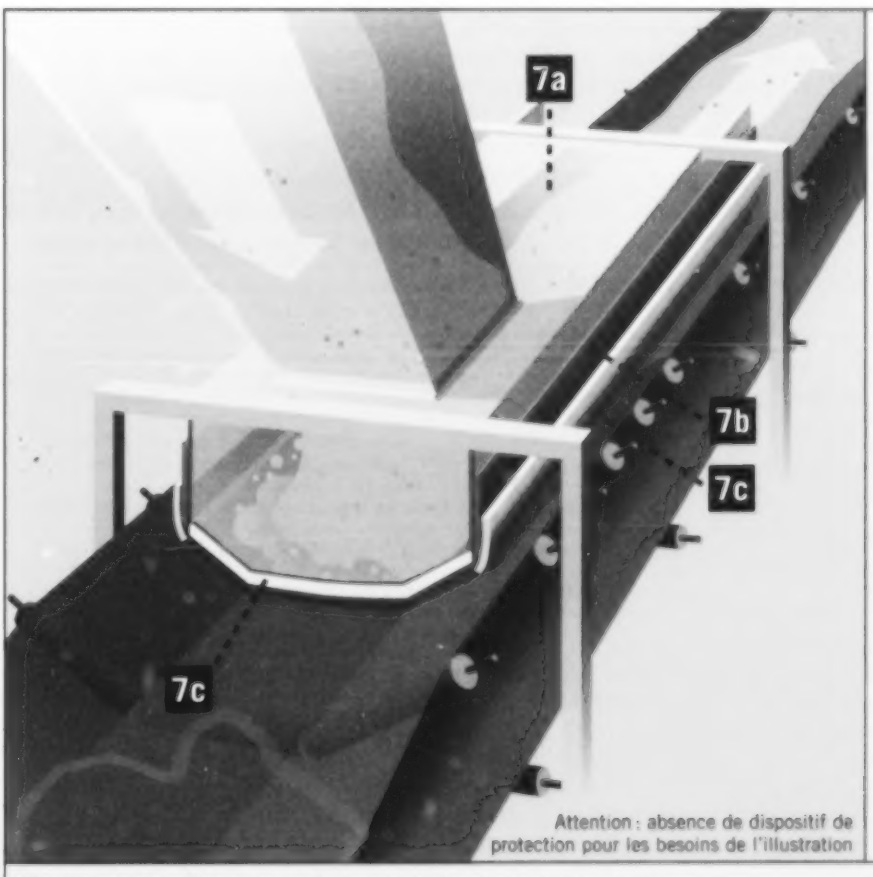
7. SYSTÈME DE CHARGEMENT

Fonction : guider et contrôler le débit de matériaux vers la courroie (voir la figure 1-3). Il peut prendre plusieurs formes : trémie, glissière, chargeur automatique, poussoirs, etc. La trémie est constituée principalement des éléments suivants :

7a Corps de la trémie : guide, contient et, parfois, contrôle le débit de matériaux.

7b Lisse de guidage : centre les matériaux, en vrac ou isolés, sur la courroie ou les dirige dans une direction donnée.

7c Bavette d'étanchéité : empêche la fuite des matériaux en vrac.



7 SYSTÈME DE CHARGEMENT

7a Corps de la trémie

7b Lisse de guidage

7c Bavette d'étanchéité

FIGURE 1-3 EXEMPLE D'UN SYSTÈME DE CHARGEMENT

1. COURROIE (OU BANDE)

Fonction : transporter le matériau.

1a Brin supérieur (généralement le brin porteur).

1b Brin inférieur (généralement le brin de retour).

2. ROULEAUX PORTEURS

Fonction : réduire la résistance au mouvement de la courroie chargée et la soutenir. Certains rouleaux porteurs peuvent aussi servir à réduire les impacts, à aligner la courroie, à la former en auge (voir la figure 1-2) ou à en changer la direction.

3. ROULEAUX DE RETOUR

Fonction : réduire la résistance au mouvement de la courroie et la soutenir. Certains rouleaux de retour peuvent aussi servir à aligner la courroie ou à en changer la direction.

4. TAMBOURS

Fonction : entraîner la courroie ou l'amener à changer de direction. Types de tambours :

4a d'entraînement, qui, mû par le moteur, entraîne la courroie ;

4b de tête, qui renvoie la courroie vers le brin de retour (peut aussi constituer un tambour d'entraînement) ;

4c de queue, qui renvoie la courroie vers le brin porteur ;

4d de contrainte, qui ramène le brin entrant ou sortant de la courroie en ligne avec le brin de retour ou crée l'angle d'enroulement voulu autour du tambour d'entraînement ;

4e tendeur, qui maintient la tension de la courroie au moyen d'un dispositif de tension.

1 COURROIE (OU BANDE)
- 1a Brin supérieur
- 1b Brin inférieur

2 ROULEAUX PORTEURS

3 ROULEAUX DE RETOUR

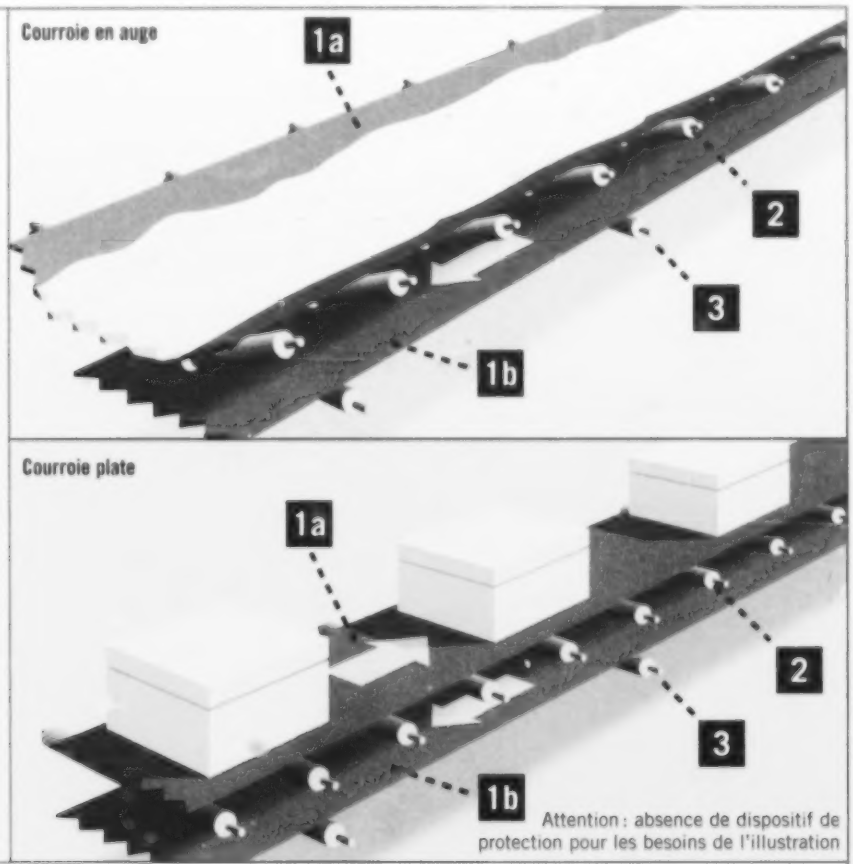


FIGURE 1-2 TYPES DE SUPPORTS DE COURROIE

5. DISPOSITIF DE TENSION

Fonction : assurer la tension requise dans la courroie. Types de dispositifs de tension :

5a par gravité : une masse guidée attachée au tambour tendeur (4e) assure la tension ;

5b manuel ou automatique : actionné manuellement par des vis ou automatiquement par un système de commande.

6. ÉLÉMENTS MOBILES DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE

Fonction : produire et transmettre l'énergie nécessaire au tambour d'entraînement pour mouvoir ou retenir la courroie. Plusieurs combinaisons existent :

- Moteur-réducteur monté directement en bout d'arbre ;
- Moteur et réducteur reliés par des accouplements ;
- Chaînes ou courroies utilisées entre le moteur et l'arbre du tambour.

7. SYSTÈME DE CHARGEMENT

Fonction : guider et contrôler le débit de matériaux vers la courroie (voir la figure 1-3). Il peut prendre plusieurs formes : trémie, glissière, chargeur automatique, poussoirs, etc. La trémie est constituée principalement des éléments suivants :

7a Corps de la trémie : guide, contient et, parfois, contrôle le débit de matériaux.

7b Lisse de guidage : centre les matériaux, en vrac ou isolés, sur la courroie ou les dirige dans une direction donnée.

7c Bavette d'étanchéité : empêche la fuite des matériaux en vrac.

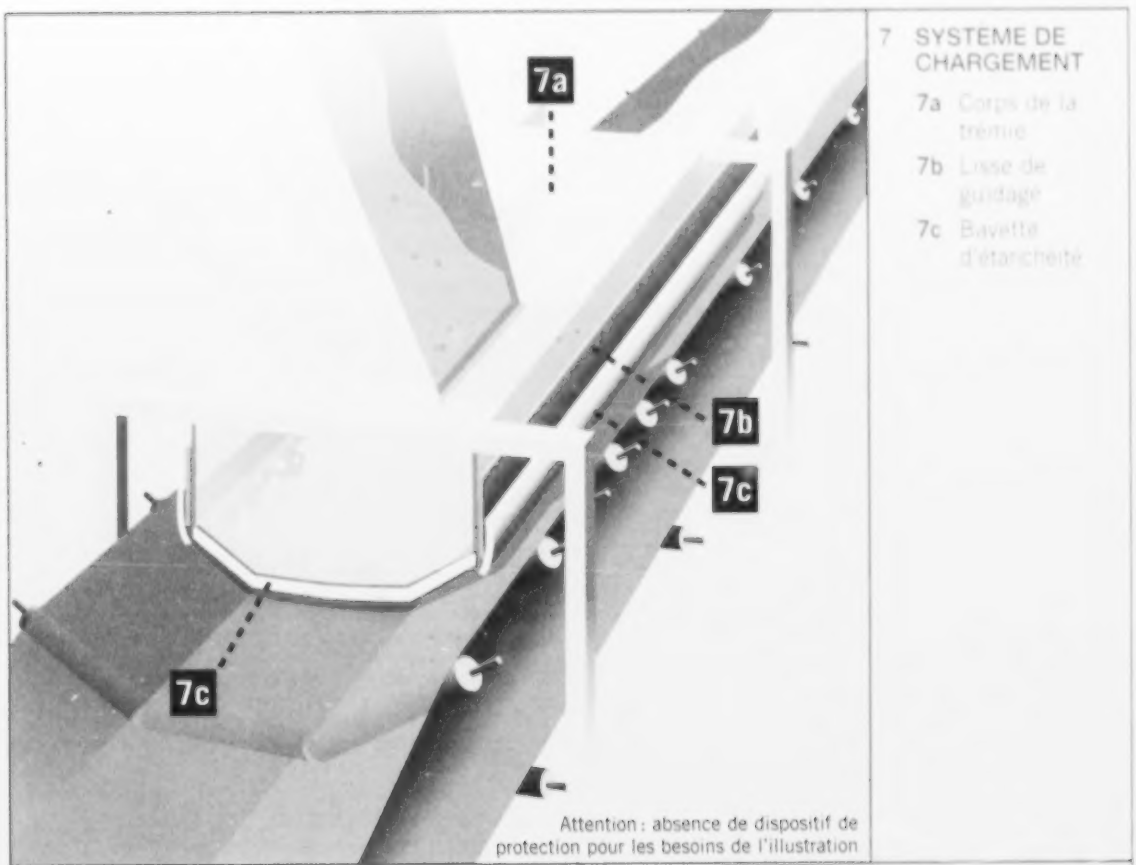


FIGURE 1-3 EXEMPLE D'UN SYSTÈME DE CHARGEMENT

8. SYSTÈME DE DÉCHARGEMENT

Fonction : guider les matériaux sortants. Ces systèmes peuvent prendre plusieurs formes : chutes, glissières, systèmes de déchargement automatisés, éjecteurs, encaisseuses, etc.

9. DISPOSITIF DE NETTOYAGE DE COURROIE ET DE TAMBOUR

Fonction : enlever les matériaux qui adhèrent à la courroie ou à un tambour. Se présente souvent sous forme de grattoir ou de brosse.

10. ZONE D'INFLEXION

Zone du convoyeur où la courroie subit une déviation.

11. ZONE DE TRANSITION

Zone d'un convoyeur en auge où le profil de la courroie passe d'une configuration en auge à une configuration plate ou vice-versa.

12. DISPOSITIF D'AIGUILLAGE

Fonction : changer la direction du matériau ou de la charge transportée. Ces dispositifs peuvent prendre plusieurs formes : butoirs, poussoirs, éjecteurs, etc. (voir la figure 1-7).

2 Information sur les accidents

En se basant sur 85 accidents graves ou mortels imputables à des convoyeurs à courroie et ayant fait l'objet d'une enquête[1], on constate (voir le tableau 1-1) que la majorité de ces accidents (55 %) surviennent à la hauteur des tambours de tête ou de queue et des mécanismes de transmission moteur-tambour.

TABLEAU 1-1 FRÉQUENCE DES ACCIDENTS GRAVES OU MORTELS EN FONCTION DE L'ENDROIT OÙ ILS SE SONT PRODUITS

Endroit sur le convoyeur où l'accident s'est produit	%
Entre le tambour d'entraînement, de tête ou de queue et la courroie, à l'intérieur de l'un de ces tambours ou entre l'un de ces tambours et un autre tambour	48
Entre un rouleau porteur ou un rouleau de retour et la courroie	13
Autres endroits (ex. : entre des électro-aimants et d'autres éléments)	13
Mécanisme de transmission moteur-tambour	7
Entre un tambour tendeur et la courroie	5
Entre un outil coincé et la courroie ou le bâti du convoyeur	2
Non indiqué ou imprécis	12

Un grand nombre de ces accidents se sont produits au cours d'interventions de nettoyage (30 %) ou lors d'autres interventions de maintenance effectuées sur un convoyeur à courroie en mouvement ou à proximité de celui-ci (26 %). Les accidents qui se sont produits durant les activités de production (tri, empaquetage, etc.) sont moins fréquents (12 %) (voir le tableau 1-2).

TABLEAU 1-2 FRÉQUENCE DES ACCIDENTS GRAVES OU MORTELS EN FONCTION DE L'ACTIVITÉ DU TRAVAILLEUR

Activité du travailleur au moment de l'accident	%
Nettoyage d'un tambour ou application d'adhésif sur un tambour ou nettoyage d'un autre élément du convoyeur (rouleau porteur ou rouleau de retour, bâti)	23
Travail de maintenance (autre que nettoyage) effectué sur le convoyeur	20
Travail habituel (ex. : tri, empaquetage, etc.) effectué sur un convoyeur ou à proximité	12
Récupération d'un article coincé dans un angle rentrant non protégé (7/8 : entre un tambour et la courroie ; 1/8 : entre un rouleau magnétique et la courroie)	9
Nettoyage effectué sous le convoyeur ou autour de celui-ci	7
Travail de maintenance (autre que nettoyage) à proximité du convoyeur	6
Déblocage du convoyeur ou enlèvement d'une accumulation	5
Ajustement de la tension ou alignement de la courroie	4
Autres activités (ex. : travailleur se faisant transporter par un convoyeur)	4
Dégagement d'une courroie gelée	1
Non indiquée	9

Ces statistiques montrent la diversité et l'ampleur des phénomènes dangereux liés aux convoyeurs, quelle que soit la nature de l'activité exercée par les travailleurs.

1. Onze enquêtes ont été faites par la CSST entre 1981 et 2000, 42 par l'INRS (France) entre 1993 et 2000 et 32 par l'OSHA entre 1984 et 1996.

3 Phénomènes dangereux

Les principaux phénomènes dangereux liés aux convoyeurs sont d'ordre mécanique. Ils sont abordés brièvement ci-dessous.

Les autres phénomènes dangereux dont il est question dans ce guide sont ceux qui découlent du non-respect des principes ergonomiques, de la défaillance ou du dysfonctionnement des systèmes de commande relatifs à la sécurité ou qui sont d'origine électrique ou thermique ou dus aux incendies et aux explosions. Ils sont traités dans la deuxième section de ce guide.

Pour plus de renseignements sur les phénomènes dangereux, consulter le document intitulé *Sécurité des machines : phénomènes dangereux – situations dangereuses – événements dangereux – dommages*, publié par la CSST (DC 900-337) [Référence 1].

- **Les phénomènes dangereux imputables aux éléments mobiles de transmission d'énergie** (voir les figures 1-4 et 1-5). Il s'agit principalement des éléments de transmission entre le moteur et le tambour d'entraînement : arbres, accouplements, poulies et courroie et chaînes et roues dentées. Ils peuvent causer des dommages par entraînement, écrasement ou enroulement au contact des organes tournants ou des angles rentrants.

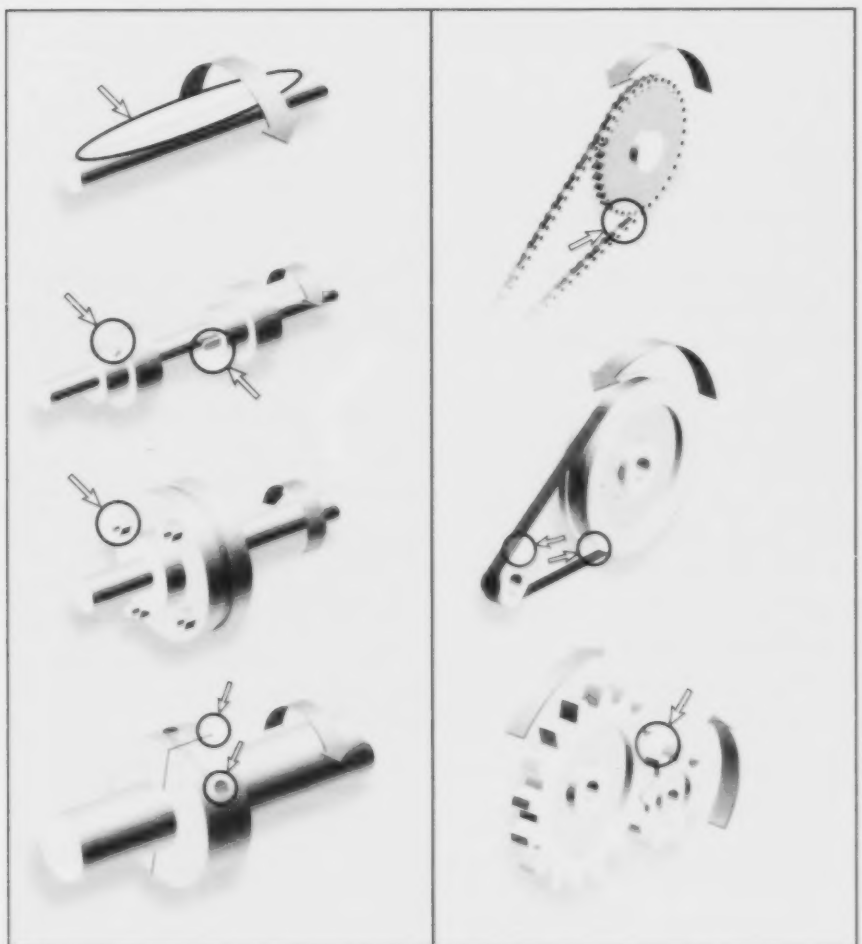


FIGURE 1-4 EXEMPLES DE PHÉNOMÈNES DANGEREUX IMPUTABLES AUX ÉLÉMENTS MOBILES DE TRANSMISSION D'ÉNERGIE

- **Les phénomènes dangereux imputables aux autres éléments mobiles du convoyeur** (voir la figure 1-5). Il s'agit essentiellement de la courroie en mouvement et des angles rentrants qu'elle forme avec les rouleaux et les tambours. Les rouleaux de retour qui peuvent se détacher et tomber en raison de l'usure excessive de leur support entrent aussi dans cette catégorie. Tous ces éléments peuvent causer un entraînement dans les angles rentrants, de l'abrasion et des brûlures par frottement contre la courroie, un choc dû à la rupture de la courroie ou à la chute d'un rouleau.

- **Les phénomènes dangereux imputables aux zones de coincement** (ex.: trémie, lisse, bavette). Les dommages peuvent être dus au cisaillement et à l'écrasement (voir la figure 1-5).

- **Les phénomènes dangereux imputables aux charges en mouvement** (voir la figure 1-6). Les dommages peuvent être dus au cisaillement et à l'écrasement entre la charge et une partie fixe. Ils peuvent aussi résulter de la chute de la charge ou d'un choc avec la charge.

- **Les phénomènes dangereux imputables aux sous-ensembles en mouvement** (voir la figure 1-7). Les dommages peuvent être dus au cisaillement et à l'écrasement. Ils proviennent principalement des équipements qui permettent d'effectuer des changements de direction.

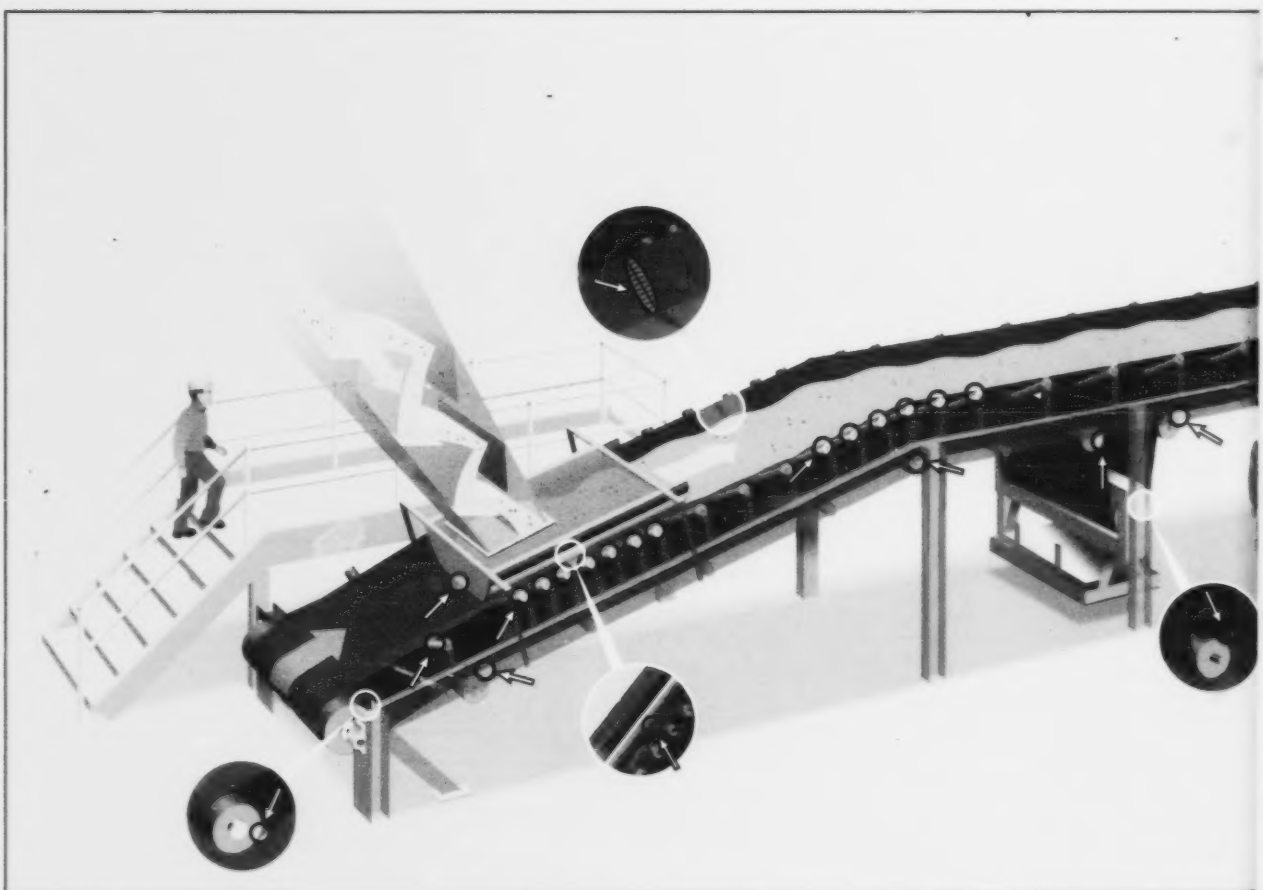


FIGURE 1-5 EXEMPLES DE PHÉNOMÈNES DANGEREUX D'ORIGINE MÉCANIQUE

onvoyeur
nt et des
uleaux de
e de leur
auser un
ottement
rouleau.

nie, lisse,
nt (voir la

la figure
entre la
e ou d'un

ent (voir
ment. Ils
ngements

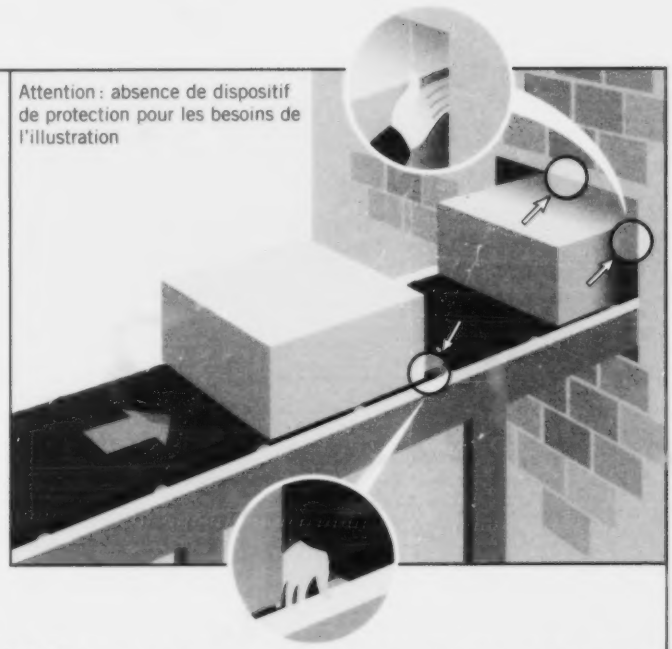
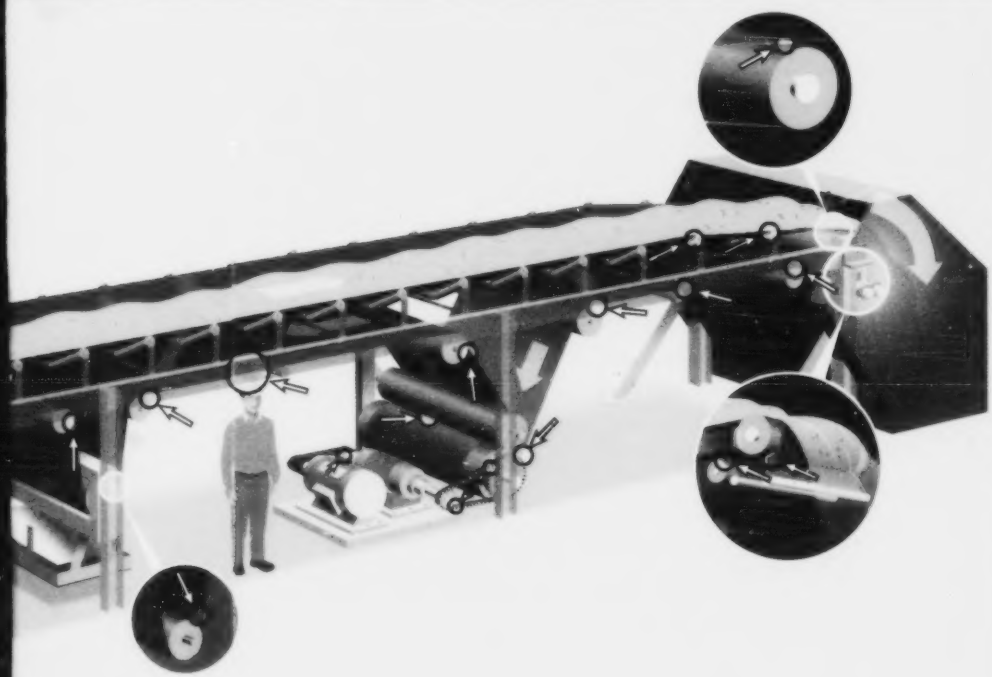


FIGURE 1-6 EXEMPLES DE PHÉNOMÈNES DANGEREUX IMPUTABLES A UNE CHARGE ISOLÉE ET A DES OBSTACLES FIXES



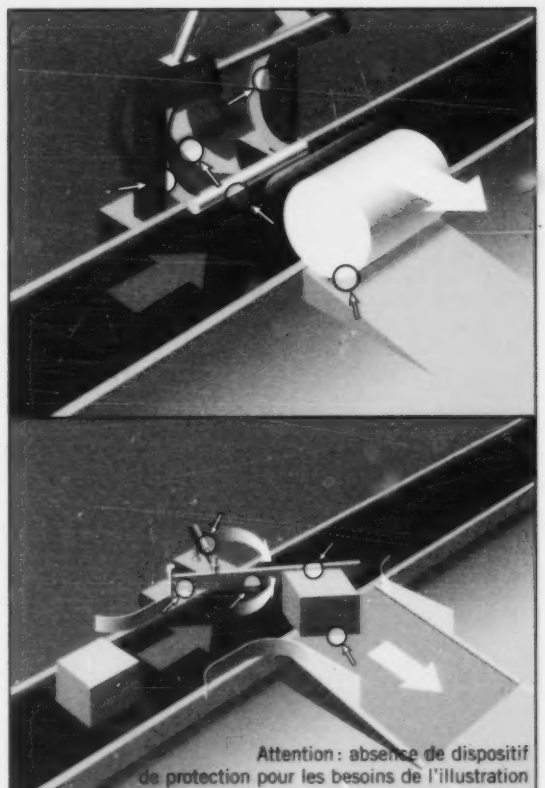


FIGURE 1-7 EXEMPLES DE PHÉNOMÈNES DANGEREUX IMPUTABLES A DES SOUS-ENSEMBLES EN MOUVEMENT

onvoyeur
nt et des
uleaux de
e de leur
auser un
ottement
rouleau.

nie, lisse,
nt (voir la

la figure
entre la
e ou d'un

ent (voir
ement. Ils
ngements

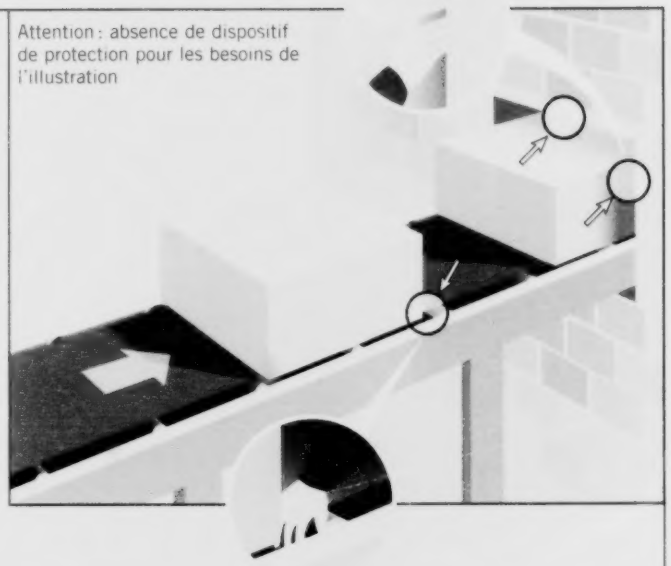
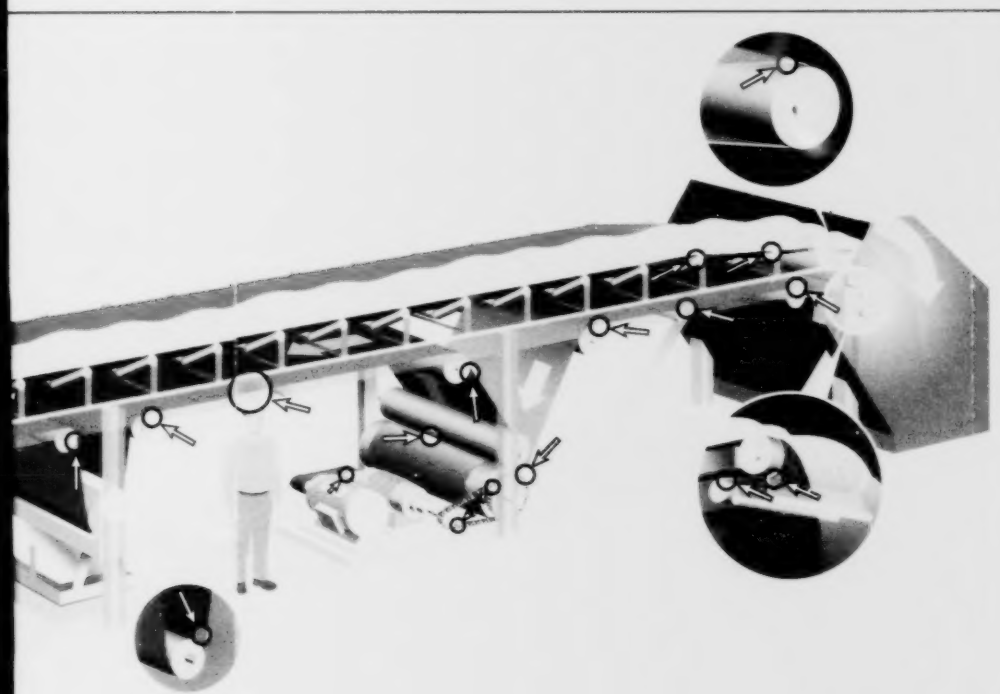


FIGURE 1-6 EXEMPLES DE PHÉNOMÈNES DANGEREUX IMPUTABLES À UNE CHARGE ISOLÉE ET À DES OBSTACLES FIXES



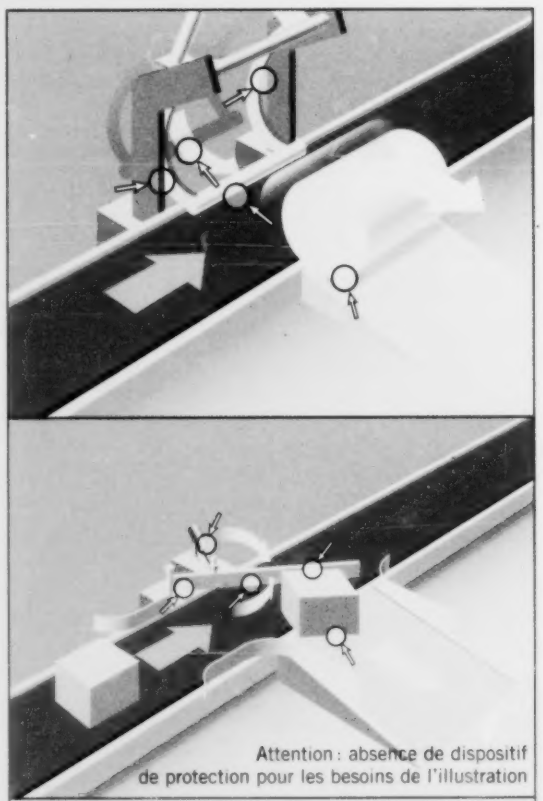


FIGURE 1-7 EXEMPLES DE PHÉNOMÈNES DANGEREUX IMPUTABLES À DES SOUS-ENSEMBLES EN MOUVEMENT

4 Lois et règlements en vigueur

Le tableau ci-dessous présente la liste des principaux articles qui s'appliquent aux convoyeurs à courroie dans les différents textes législatifs.

TABLEAU 1-3 LOIS ET RÈGLEMENTS EN VIGUEUR

Texte législatif	Articles applicables au convoyeur et objet de l'article	
Loi sur la santé et la sécurité du travail (L.R.Q., c. S-2.1)	Art. 2	Objet de la loi, participation des travailleurs
	Art. 51	Obligations de l'employeur
	Art. 63	Matière dangereuse (fournisseur)
Règlement sur la santé et la sécurité du travail (D. 885-2001)	Art. 20	Voies de guidage des machines
	Art. 172	(Zone dangereuse)
	Art. 173	Dispositions applicables
	Art. 174	Protecteur fixe
	Art. 175	Protecteur à interverrouillage
	Art. 176	Protecteur à enclenchement
	Art. 177	Protecteur à fermeture automatique
	Art. 178	Protecteur réglable
	Art. 179	Dispositif sensible
	Art. 180	Commande bimanuelle
	Art. 181	Commande bimanuelle multiple
	Art. 182	Contrôle de la zone dangereuse
	Art. 183	Mesure de sécurité équivalente
	Art. 184	Mise en place
	Art. 185	Cadenassage
	Art. 186	Réglage, déblocage, maintenance, apprentissage et réparation
	Art. 187	Attributs d'un protecteur
	Art. 188	Pièce de rechange
	Art. 189	Dispositifs de commande
	Art. 190	Dispositif de mise en marche et d'arrêt
	Art. 191	Appareil avertisseur
	Art. 192	Arrêt d'urgence
	Art. 193	Groupe de machines
	Art. 265	Éléments porteurs
	Art. 266	Organes de transmission
	Art. 267	Protection contre les chutes d'objets
	Art. 268	Convoyeur aérien
	Art. 269	Mesure de sécurité
	Art. 270	Arrêt d'urgence
	Art. 323	Travaux de maintenance ou de réparation
Règlement sur la santé et la sécurité du travail dans les mines (c. S-2.1, r. 19.1)	Art. 371	(Interdiction de monter sur un convoyeur)
	Art. 372	(Nettoyage à l'arrêt)
	Art. 373	(Protecteurs sur les convoyeurs)
	Art. 374	(Convoyeur dans une mine souterraine)
Code de sécurité pour les travaux de construction (c. S-2.1, r. 6)	Art. 3.10.13	Dispositifs de sécurité et protecteurs
	Art. 3.16.9	Convoyeur
Loi sur les ingénieurs (L.R.Q., c. I-9)		

On peut consulter la version la plus récente de ces textes législatifs à l'adresse suivante : www.csst.qc.ca. Ils sont également en vente aux Publications du Québec.

Il existe également de nombreuses normes portant sur les convoyeurs à courroie et la sécurité des machines. Voir la liste à la fin du guide dans les sections « Références » et « Bibliographie ».

5 Appréciation et réduction du risque

Pour entreprendre une démarche de prévention, il faut d'abord faire l'inventaire des phénomènes dangereux. Par la suite, il est impératif d'appliquer les mesures correctrices et de mettre en œuvre des moyens de contrôle pour éviter la réapparition des phénomènes dangereux.

Pour choisir l'ordre dans lequel les problèmes seront corrigés ainsi que les moyens les plus efficaces à employer, il est préférable d'apprécier les risques existant aux différents postes de travail et de les réduire. Cette démarche est présentée dans la deuxième section de ce guide et, de façon plus détaillée, dans le document intitulé *Sécurité des machines : phénomènes dangereux – situations dangereuses – événements dangereux – dommages* [Référence 1].

Pour en savoir plus sur la démarche de prévention, voir aussi le *Guide de prévention en milieu de travail : à l'intention de la petite et de la moyenne entreprise* [Référence 2].

6 Information sur la maintenance

Les interventions de maintenance doivent se faire conformément aux dispositions des articles 185 et 186 du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (RSST) [Référence 3]. Ces articles prévoient qu'avant d'entreprendre tout travail de maintenance dans la zone dangereuse d'une machine, des mesures de sécurité doivent être prises. Ces mesures sont traitées au point 5 de la deuxième section de ce guide.

Les interventions de maintenance ne peuvent être effectuées que par les seuls travailleurs affectés à ce type de tâches et désignés pour les exécuter.

PROTECTION CONTRE LES PHÉNOMÈNES DANGEREUX

1 Démarche d'appréciation et de réduction du risque

Le schéma de la figure 2-1 décrit le processus itératif d'appréciation et de réduction du risque [Référence 1]. Il fournit les lignes directrices guidant le choix des mesures de protection à mettre en œuvre.

La première partie du processus consiste à apprécier les risques. Ensuite, pour chaque phénomène dangereux observé, il faut éliminer les risques ou les réduire en mettant en œuvre, dans l'ordre, les mesures indiquées ci-dessous :

1) supprimer les phénomènes dangereux ou limiter les risques grâce à la prévention intrinsèque ;

2) installer des protecteurs ou des dispositifs de protection contre tous les phénomènes dangereux qui n'ont pu être éliminés ou suffisamment réduits grâce à la prévention intrinsèque. Évaluer également la nécessité d'utiliser des moyens de prévention complémentaires (avertissements, signalisation, méthodes de travail, équipements de protection individuelle, etc.) ;

3) informer les utilisateurs des risques résiduels.

Toutes les mesures qui peuvent être prises au stade de la conception sont préférables à celles qui sont mises en œuvre par l'utilisateur. Les principes de conception sécuritaire des convoyeurs à courroie sont abordés dans un second guide intitulé *Sécurité des convoyeurs à courroie : guide du concepteur.*

La planification des mesures de correction et de suivi doit faire partie du programme de prévention ou du plan d'action de l'établissement [Référence 2].

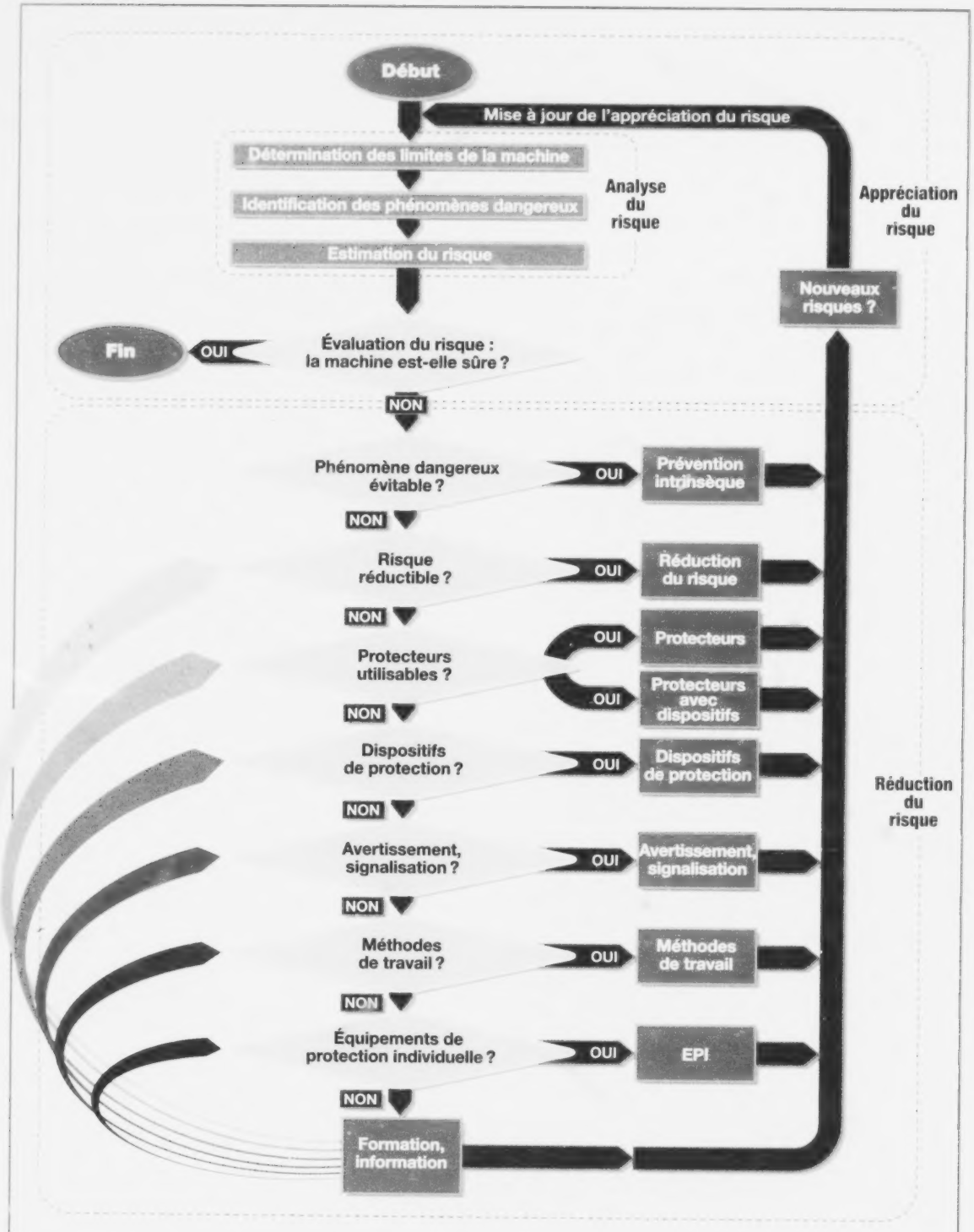


FIGURE 2-1 SCHÉMA DU PROCESSUS D'APPRÉCIATION ET DE RÉDUCTION DU RISQUE

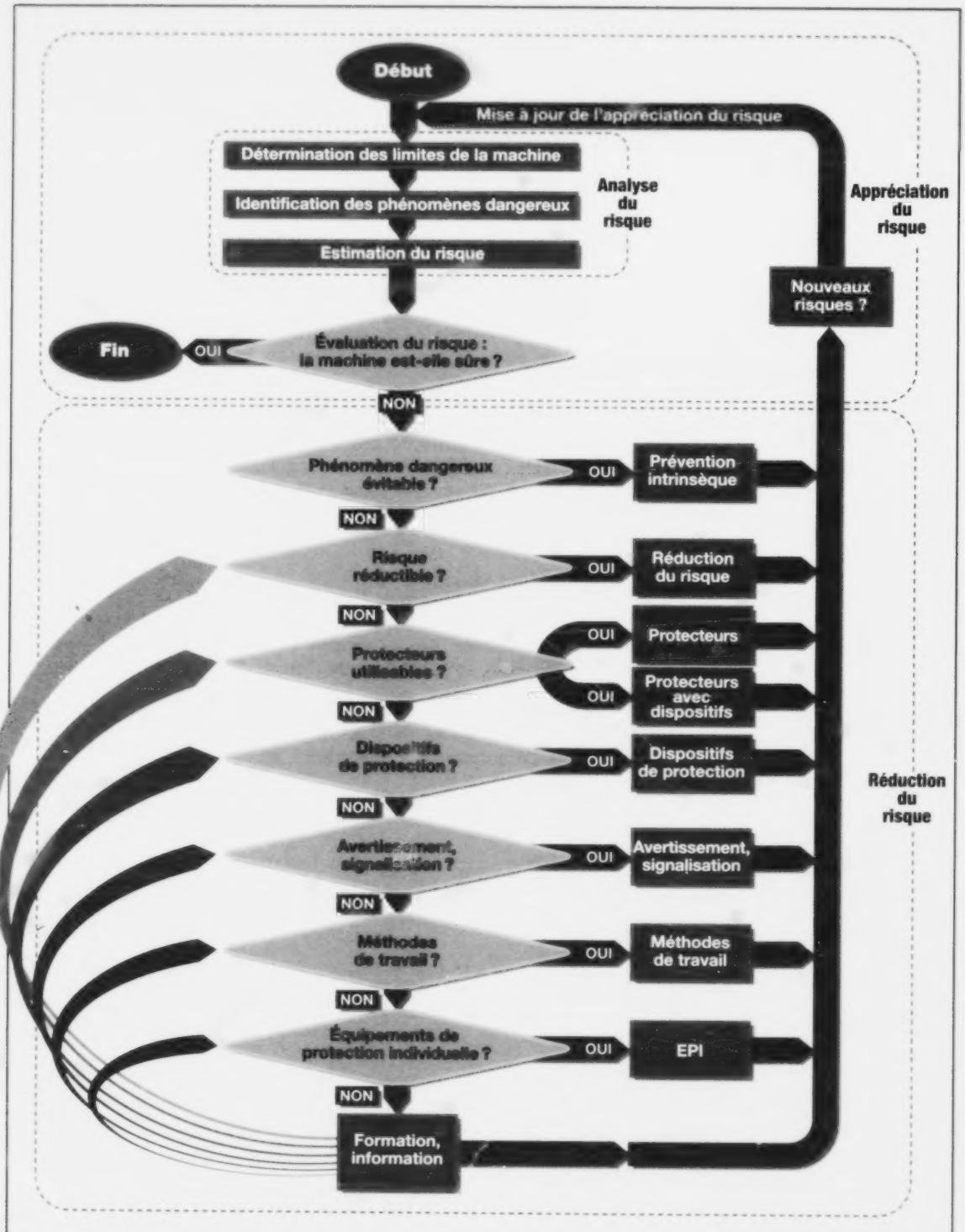


FIGURE 2-1 SCHEMA DU PROCESSUS D'APPRÉCIATION ET DE RÉDUCTION DU RISQUE

2 Mesures de protection contre les phénomènes dangereux d'origine mécanique

2.1 Principes généraux

Dans la zone d'intervention d'un convoyeur à courroie, il existe de nombreuses zones dangereuses au sens de l'article 172 du RSST. Les phénomènes dangereux s'y trouvent.

Les articles 182 à 184 de ce règlement décrivent les règles concernant l'installation des protecteurs et des dispositifs de protection sur les machines. L'article 373 du *Règlement sur la santé et la sécurité dans les mines* (RSSM) [Référence 4] décrit quant à lui les différents dispositifs de sécurité dont doivent être munis les convoyeurs. On trouve également dans l'article 3.10.13 du *Code de sécurité pour les travaux de construction* [Référence 5] les caractéristiques générales des protecteurs et des dispositifs de sécurité. D'après ces règlements, un convoyeur doit être conçu de façon à ne pas permettre l'accès à des zones dangereuses ou, à défaut, être muni de protecteurs ou de dispositifs de protection (article 182 du RSST). Il est aussi possible d'utiliser un dispositif dissuasif.

Les différents types de protecteurs et de dispositifs dissuasifs dont un convoyeur à courroie peut être pourvu sont décrits ci-dessous. Les exigences en matière de protection s'appliquant aux différents sous-ensembles du convoyeur sont également présentées.

Des mesures de protection contre les phénomènes dangereux liés à l'utilisation des convoyeurs doivent être prises si ces phénomènes se trouvent à 2,5 mètres ou moins au-dessus du plancher ou de la plate-forme de travail [Référence 6].

2.2 Protecteurs

Un protecteur est un élément d'une machine qui empêche (en l'isolant) tout contact avec la zone dangereuse (article 172 du RSST).

Ces protecteurs doivent être conçus en fonction des conditions d'utilisation afin de résister aux charges auxquelles ils seront soumis. Ils ne doivent pas créer de risque supplémentaire ni inciter les personnes à les détourner de leur usage. Les parties amovibles des protecteurs doivent être conçues de sorte que leurs dimensions et leur poids en facilitent la manipulation. À cette fin, il est souhaitable que les protecteurs soient articulés ou installés avec des charnières. Le démontage et le remontage du protecteur doivent pouvoir se faire rapidement. Idéalement, le protecteur devrait se verrouiller automatiquement lorsqu'il est refermé. Pour plus de renseignements concernant les caractéristiques ergonomiques (ex. : couleur, facilité de manipulation, etc.) et la construction des protecteurs, voir l'annexe A.

Il existe trois types de protecteurs :

1. Les protecteurs fixes :
   - Protecteur fixe enveloppant
   - Protecteur fixe de maintien à distance
   - Protecteur fixe d'angle rentrant ;
2. Les protecteurs à interverrouillage ;
3. Les protecteurs à enclenchement.

2.2.1 Dimensions admissibles des ouvertures des protecteurs

Un protecteur peut comporter des ouvertures. Les dimensions admissibles des ouvertures sont indiquées et illustrées dans le tableau 2-1, tiré de l'article 8.2.2. de la norme CSA Z432 – 1994[2] [Référence 6].

Les dimensions des ouvertures des protecteurs peuvent être vérifiées à l'aide d'un outil appelé sécurimètre (voir le tableau 2-1). Cet outil permet de vérifier s'il est possible d'atteindre le phénomène dangereux à travers le protecteur.

Le mode d'emploi du sécurimètre est publié par la CSST (DC 500-191).

2.2.2 Protecteurs fixes

Un protecteur fixe est celui qui ne peut être enlevé sans l'aide d'un outil ou qui est maintenu en place de façon permanente, par exemple par soudure (RSST, article 174).

L'outil peut permettre une ouverture facile du protecteur, par exemple en utilisant un loquet à quart de tour. Dans ce cas, l'employeur est responsable du contrôle et de la distribution des clés ou des outils (voir l'annexe A pour plus de détails concernant les types d'outils et de fixations à utiliser).

2.2.2.1 Protecteur fixe enveloppant

Protecteur fixe qui enveloppe complètement ou partiellement la zone dangereuse.

L'ouverture nécessaire pour le passage de la courroie et de la charge transportée fait en sorte que ce protecteur n'enveloppe, dans la plupart des cas, que partiellement la zone dangereuse [Référence 7].

Les protecteurs fixes enveloppant partiellement la zone dangereuse prennent deux formes principales dans le cas des convoyeurs à courroie :

- des cages partielles comme celles qui sont montrées à la figure 2-2 et qui servent surtout pour les tambours de tête et de queue ;
- des écrans latéraux comme ceux qui sont montrés à la figure 2-3.

Ces protecteurs doivent se prolonger au delà des angles rentrants formés par la courroie et un tambour ou un rouleau de façon à empêcher l'accès à ces angles par-dessus et par-dessous le protecteur ainsi que par ses extrémités.

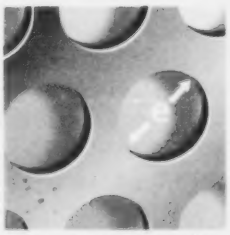
Accès par les extrémités du protecteur

- Dans le cas d'une cage partielle, comme celle qui est illustrée à la figure 2-2, le protecteur doit se prolonger jusqu'à 1 000 mm du centre du tambour [Référence 8].
- Les écrans latéraux doivent se prolonger jusqu'à 1 000 mm du centre du premier rouleau ou d'un tambour du côté de l'entrée de la courroie dans la zone protégée. Du côté de la sortie, l'écran doit s'étendre jusqu'à 620 mm [Référence 9] du centre d'un rouleau ou jusqu'à 1 000 mm du centre d'un tambour (voir la figure 2-3).
- Quelle que soit la longueur de l'écran latéral ou de la cage, il faut s'assurer qu'on ne peut accéder aux angles rentrants en contournant l'écran ou la cage à son extrémité et en passant sous la courroie.

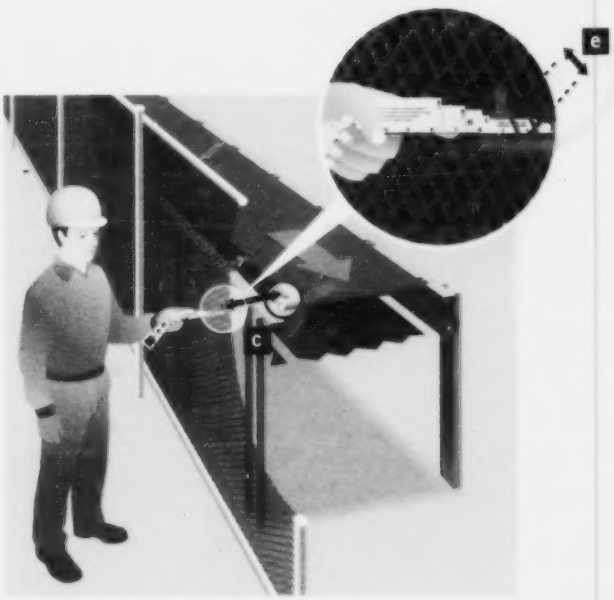
2. Note : Une nouvelle version de la norme CSA Z432 est en cours de révision.

TABLEAU 2-1 DIMENSIONS ADMISSIBLES DES OUVERTURES DES PROTECTEURS

Distance de sécurité c (mm)	Largeur maximale de l'ouverture e (mm)
De 6 à 38	6
De 39 à 64	10
De 65 à 89	13
De 90 à 140	16
De 141 à 165	19
De 166 à 191	22
De 192 à 318	32
De 319 à 394	38
De 395 à 445	48
De 446 à 800	54
Plus de 800	152



Comment mesurer les ouvertures



Utilisation du sécurimètre

Le sécurimètre

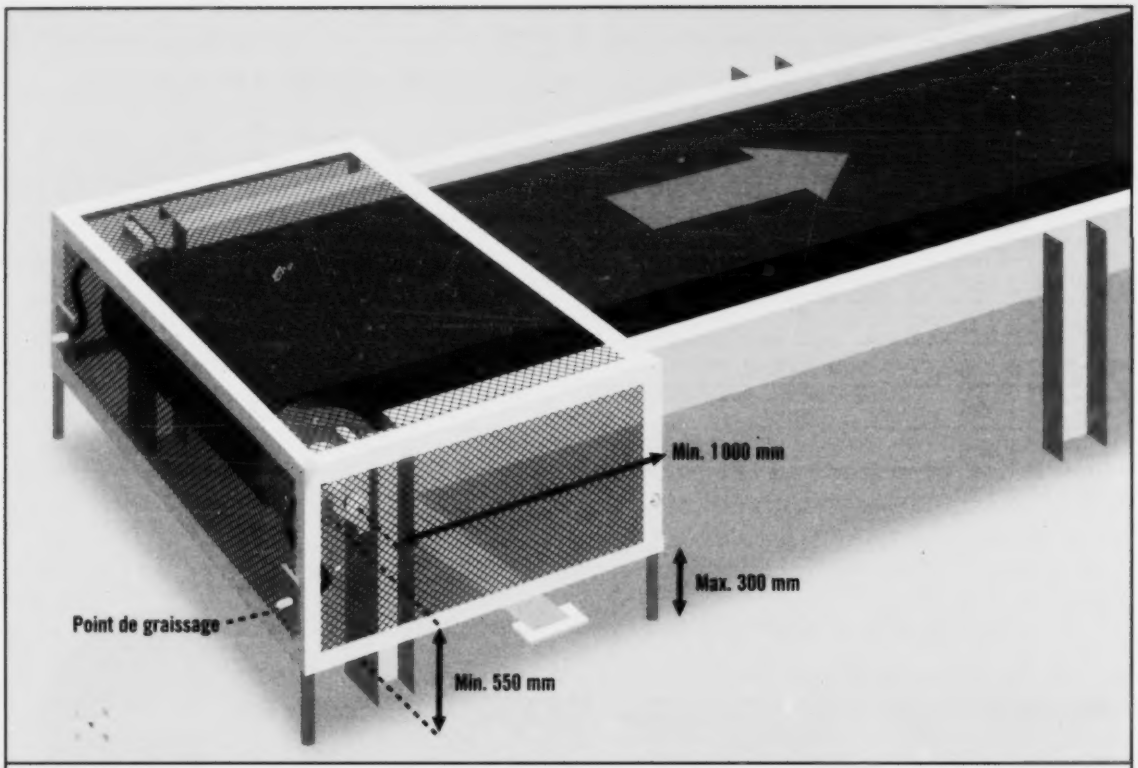


FIGURE 2-2 EXEMPLE DE PROTECTEUR FIXE ENVELOPPANT (CAGE PARTIELLE)

Accès en passant par-dessus le protecteur

- Les cages sont fermées sur le dessus.
- L'écran latéral peut prendre diverses formes, comme on le voit aux figures 2-3 et 2-4 (écrans pliés à 90° ou autrement), pour empêcher l'accès aux angles rentrants en passant par le dessus du protecteur. La distance entre l'extrémité supérieure du protecteur et la courroie doit être d'au moins 100 mm afin d'éviter qu'une main puisse s'y coincer. Dans le cas des convoyeurs en auge, cette distance doit être calculée perpendiculairement au rouleau incliné et à une distance équivalente au tiers de la longueur de ce rouleau à partir du haut (voir les figures 2-3 et 2-4).
- Le tableau 2-2, qui s'applique aux protecteurs fixes de maintien à distance, peut servir à déterminer la hauteur des écrans latéraux droits.

Accès par-dessous le protecteur

- On peut empêcher l'accès sous le convoyeur au moyen d'un écran montré à la figure 2-3.
- Lorsqu'il n'y a pas d'écran bloquant l'accès au-dessous du convoyeur, les écrans latéraux doivent s'étendre jusqu'à 1 000 mm sous les angles rentrants formés par la courroie et les rouleaux.
- Si les angles rentrants sont à 1000 mm ou moins du plancher, le protecteur doit s'étendre jusqu'au plancher. Pour faciliter le nettoyage, on peut toutefois laisser une ouverture de 300 mm [10] au maximum sous le protecteur à condition que la distance verticale entre l'angle rentrant et le bas du protecteur soit de 550 mm [9] au minimum (voir les figures 2-2, 2-5A et 2-33). Si la distance de 550 mm ne peut pas être respectée, l'ouverture pour le nettoyage sous le protecteur doit respecter les dispositions du tableau 2-1.
- Lorsque les angles rentrants sont à plus de 1000 mm du plancher, il ne faut pas laisser des ouvertures libres de plus de 300 mm sous le protecteur. Des barres, comme celles que l'on voit à la figure 2-5B, peuvent servir à bloquer ces ouvertures.

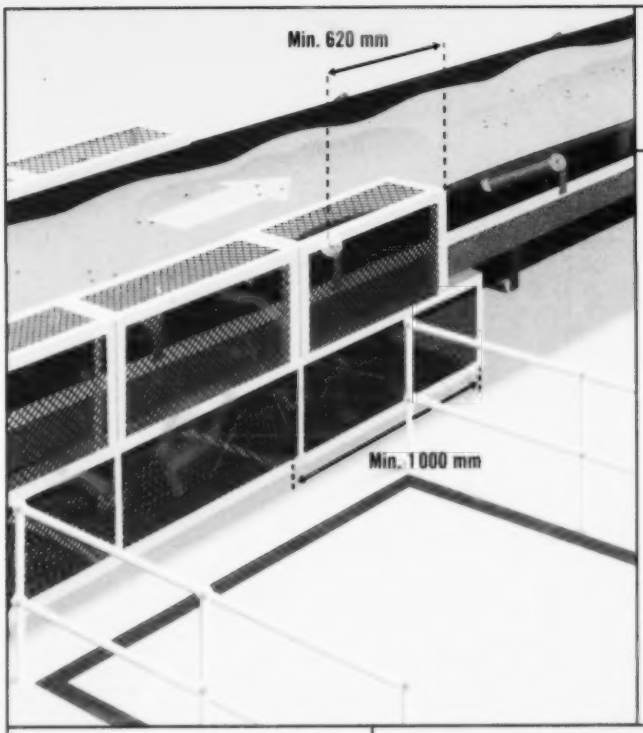


FIGURE 2-3 PROTECTEUR FIXE ENVELOPPANT POUR ROULEAUX PORTEURS ET ROULEAUX DE RETOUR

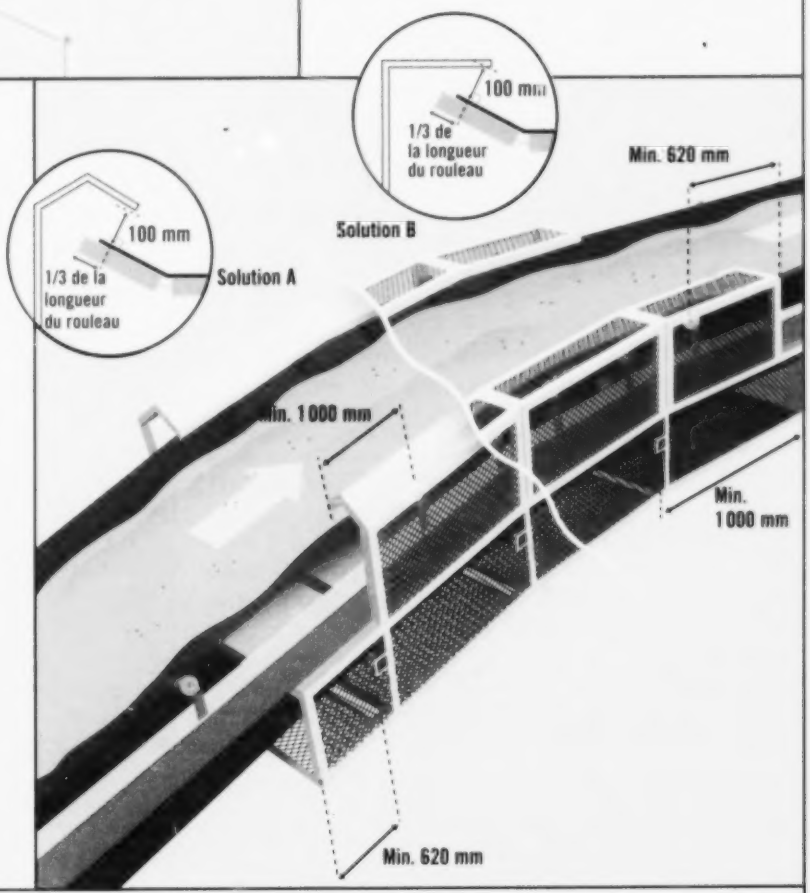
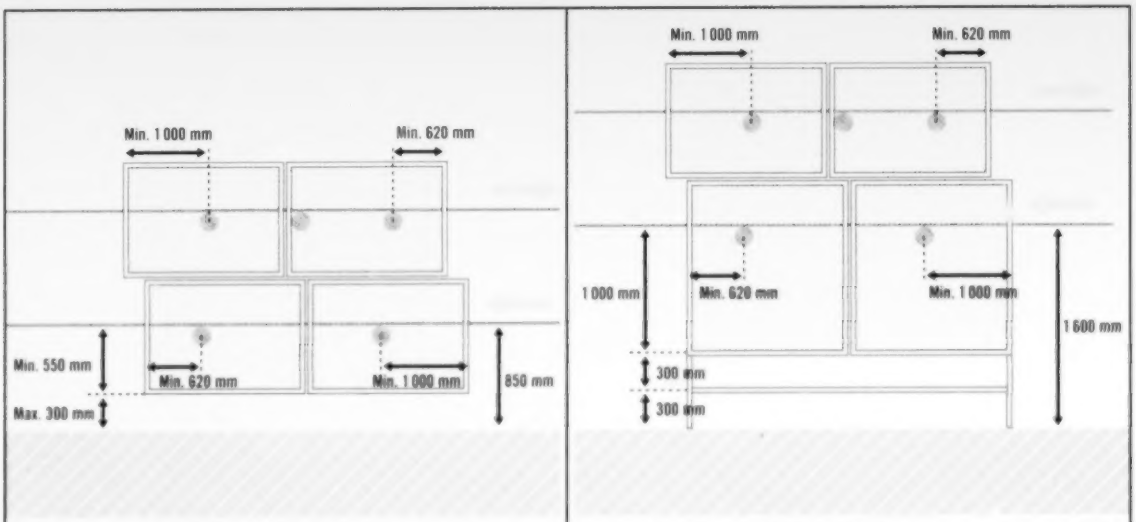


FIGURE 2-4 PROTECTEUR FIXE ENVELOPPANT À LA HAUTEUR D'UNE ZONE D'INFLEXION



A- Phénomène dangereux à une hauteur de 850 mm (Attention : il faut limiter l'accès sous le brin inférieur en passant sous la courroie.)

B- Phénomène dangereux à une hauteur de 1 600 mm

FIGURE 2-5 EXEMPLES DE PROTECTEURS FIXES ENVELOPPANTS
(ECRANS LATERAUX SANS PROTECTION PAR LE DESSOUS)

2.2.2.2 Protecteur fixe de maintien à distance (norme NF EN 953 [Référence 11], article 3.2.2)

Protecteur fixe qui n'enferme pas complètement une zone dangereuse, mais qui en empêche ou en limite l'accès grâce à ses dimensions et à son éloignement de cette zone. Exemple : une enceinte périphérique (voir la figure 2-6).

Pour que ce protecteur soit sécuritaire, il doit être placé à la distance indiquée dans la norme NF EN 294 [Référence 9] dans les cas où on suppose qu'aucun geste volontaire ne sera fait dans le but d'atteindre la zone dangereuse (voir le tableau 2-2). On trouve à l'annexe B des exemples expliquant l'utilisation du tableau 2-2.

Une ouverture de 300 mm de haut au maximum devrait être laissée au niveau du sol pour faciliter le nettoyage.

Si la distance verticale entre la zone dangereuse et le bas du protecteur fixe de maintien à distance est inférieure à 550 mm, l'ouverture pour le nettoyage sous le protecteur doit respecter les dispositions du tableau 2-1.

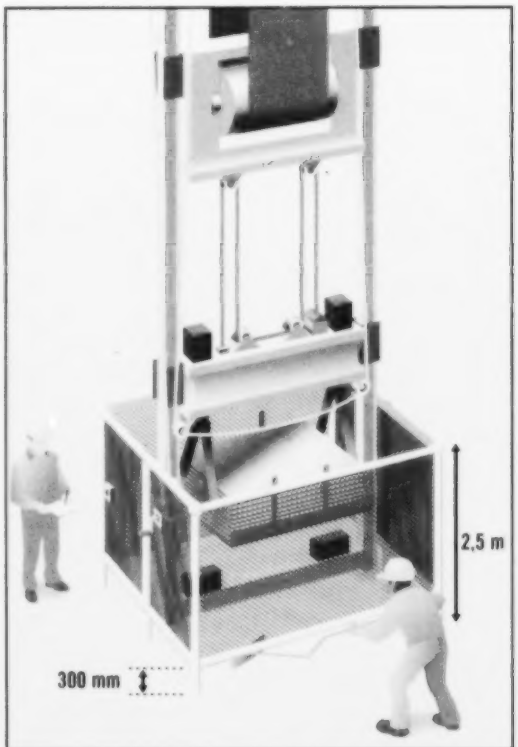


FIGURE 2-6 EXEMPLE DE PROTECTEUR FIXE DE MAINTIEN À DISTANCE
(LA ZONE DANGEREUSE EST À MOINS DE 100 MM DU PROTECTEUR)

TABLEAU 2-2 DISTANCES À RESPECTER DANS LE CAS DES PROTECTEURS FIXES DE MAINTIEN À DISTANCE (TIRÉ DE LA NORME NF EN 294)

Hauteur de la zone dangereuse a (mm)	Hauteur de la structure de protection b (mm)						
	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	2 400	2 500
	Distance horizontale par rapport à la zone dangereuse c (mm)						
2 400	100	100	100	100	100	100	
2 200	500	500	400	350	250		
2 000	700	600	500	350			
1 800	900	900	600				
1 600	900	900	500				
1 400	900	800	100				
1 200	900	500					
1 000	900	300					
800	600						
600							
400							
200							
0							

Remarques Aucune interpolation ne doit être faite entre les valeurs présentées dans ce tableau.
On retiendra, dans tous les cas, celle qui assure la sécurité la plus grande.
Les structures d'une hauteur inférieure à 1 400 mm sont considérées comme des dispositifs dissuasifs (voir le point 2.3).

FIGURE 2-7 ILLUSTRATION DU TABLEAU 2-2

2.2.2.3 Protecteur fixe d'angle rentrant (norme EN 620 [Référence 7], articles 3.4.17 et 5.1.4.2)

Un protecteur fixe peut être placé à la hauteur d'un angle rentrant pour empêcher l'accès à cette zone.

Les protecteurs fixes d'angle rentrant peuvent être constitués d'éléments pleins profilés (voir la figure 2-8) ou de déflecteurs inclinés avec plaques latérales (voir la figure 2-9). Ils conviennent particulièrement au transport des charges isolées ainsi qu'aux tambours et aux rouleaux dont la paroi est lisse et complète. Ils peuvent être utilisés avec des courroies en auge dans la mesure où ils suivent le profil de la courroie, mais ils ne sont pas adaptés aux courroies comportant des nervures, des tasseaux ou des bords de contenance.

S'il est impossible de conserver un jeu maximal de 5 mm entre le protecteur et la surface du rouleau ou du tambour ou bien entre le protecteur et la courroie, son utilisation n'est pas recommandée.

TABLEAU 2-2 DISTANCES À RESPECTER DANS LE CAS DES PROTECTEURS POUR SE PROTÉGER À L'INTÉRIEUR D'UNE ZONE (NF EN 294)

Hauteur de la zone dangereuse a (mm)	Hauteur de la structure de protection b (mm)						
	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	2 400	2 500
	Distance horizontale par rapport à la zone dangereuse c (mm)						
2 400	100	100	100	100	100	100	
2 200	500	500	400	350	250		
2 000	700	600	500	350			
1 800	900	900	600				
1 600	900	900	500				
1 400	900	800	100				
1 200	900	500					
1 000	900	300					
800	600						
600							
400							
200							
0							

Remarques

Aucune interpolation ne doit être faite entre les valeurs présentées dans ce tableau.
On retiendra, dans tous les cas, celle qui assure la sécurité la plus grande.
Les structures d'une hauteur inférieure à 1 400 mm sont considérées comme des dispositifs dissuasifs (voir le point 2.3).

FIGURE 2-7 ILLUSTRATION DU TABLEAU 2-2

2.2.2.3 Protecteur fixe d'angle rentrant (norme EN 620 [Référence 7], articles 3.4.17 et 5.1.4.2)

Un protecteur fixe peut être placé à la hauteur d'un angle rentrant pour empêcher l'accès à cette zone.

Les protecteurs fixes d'angle rentrant peuvent être constitués d'éléments pleins profilés (voir la figure 2-8) ou de déflecteurs inclinés avec plaques latérales (voir la figure 2-9). Ils conviennent particulièrement au transport des charges isolées ainsi qu'aux tambours et aux rouleaux dont la paroi est lisse et complète. Ils peuvent être utilisés avec des courroies en auge dans la mesure où ils suivent le profil de la courroie, mais ils ne sont pas adaptés aux courroies comportant des nervures, des tasseaux ou des bords de contenance.

S'il est impossible de conserver un jeu maximal de 5 mm entre le protecteur et la surface du rouleau ou du tambour ou bien entre le protecteur et la courroie, son utilisation n'est pas recommandée.

La longueur minimale sur laquelle le protecteur fixe d'angle rentrant doit se prolonger par rapport au centre du rouleau (ou du tambour) dépend du diamètre du rouleau à protéger. Pour déterminer cette longueur, il faut d'abord déterminer jusqu'à quelle distance « C » du centre du rouleau un doigt peut être entraîné dans l'angle rentrant (voir le tableau 2-3). À cette distance « C », il faut ensuite ajouter 150 mm pour les rouleaux et 600 mm pour les tambours (voir les figures 2-8 et 2-9).

Des plaques posées sous la courroie entre chacun des rouleaux peuvent également servir de protection contre les angles rentrants (voir la figure 2-20). Un jeu maximal de 5 mm doit être conservé entre les plaques et les rouleaux.

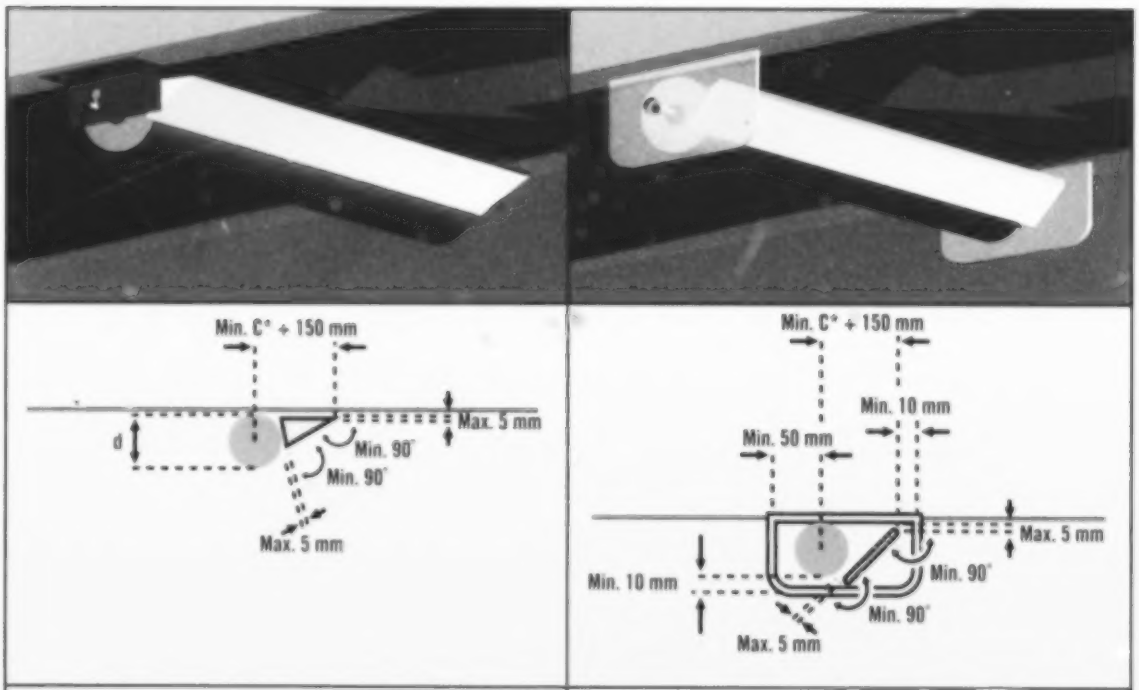


FIGURE 2-8 PROTECTEUR FIXE D'ANGLE RENTRANT (ELEMENT PLEIN PROFILE)

FIGURE 2-9 PROTECTEUR FIXE D'ANGLE RENTRANT (DEFLECTEUR INCLINE AVEC PLAQUES LATERALES)

* Pour la valeur de C, voir le tableau 2-3.

TABLEAU 2-3 LONGUEURS MINIMALES DES PROTECTEURS FIXES D'ANGLE RENTRANT

Diamètre du tambour ou du rouleau d (mm)	Longueur de la zone d'entraînement C*	Longueur minimale sur laquelle le protecteur doit se prolonger par rapport au centre du rouleau (C + 150 mm)*	Longueur minimale sur laquelle le protecteur doit se prolonger par rapport au centre du tambour (C + 600 mm)*
200	60	210	660
315	77	227	677
400	87	237	687
500	98	248	698
630	110	260	710
800	125	275	725
1 000	140	290	740
1 250	157	307	757
1 400	166	316	766
1 600	177	327	777

* Pour les diamètres de tambour ou de rouleau non indiqués dans ce tableau, la valeur de C peut être calculée à l'aide de la formule suivante : $C = \sqrt{(d/2)^2 - [(d/2) - 20]^2}$

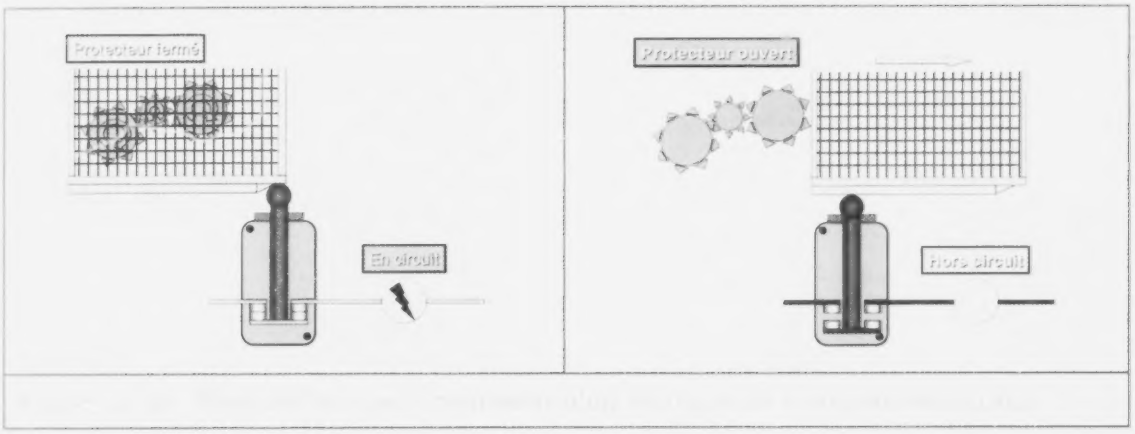
2.2.3 Protecteur à interverrouillage (article 175 du RSST) (voir la figure 2-10)

Un protecteur muni d'un dispositif d'interverrouillage doit présenter les caractéristiques suivantes[3] :

- Il provoque l'arrêt de la machine ou du fonctionnement des éléments dangereux de celle-ci lorsqu'il est déplacé ;
- il rend impossible la mise en marche de la machine ou le fonctionnement des éléments dangereux de celle-ci tant et aussi longtemps qu'il est déplacé ;
- il ne provoque pas la mise en marche de la machine ou des éléments dangereux de celle-ci lorsqu'il est replacé.

Ce type de protecteur ne doit être utilisé que si le danger disparaît avant que la personne puisse accéder à la zone dangereuse (convoyeur à faible inertie dont l'arrêt est rapide) (voir figure 2-10).

3. Attention ! Dans le cas des protecteurs à interverrouillage et à enclenchement, il ne faut pas qu'une personne ou une partie de son corps puisse se trouver dans la zone dangereuse ou entre la zone dangereuse et le protecteur pendant que le protecteur est fermé. Pour plus de renseignements concernant la conception des protecteurs à interverrouillage et à enclenchement, voir la norme ISO 14119 [12].



Note Ce type de protecteur est appelé protecteur avec dispositif de verrouillage dans la norme CSA Z432, article 8.1.1.5.

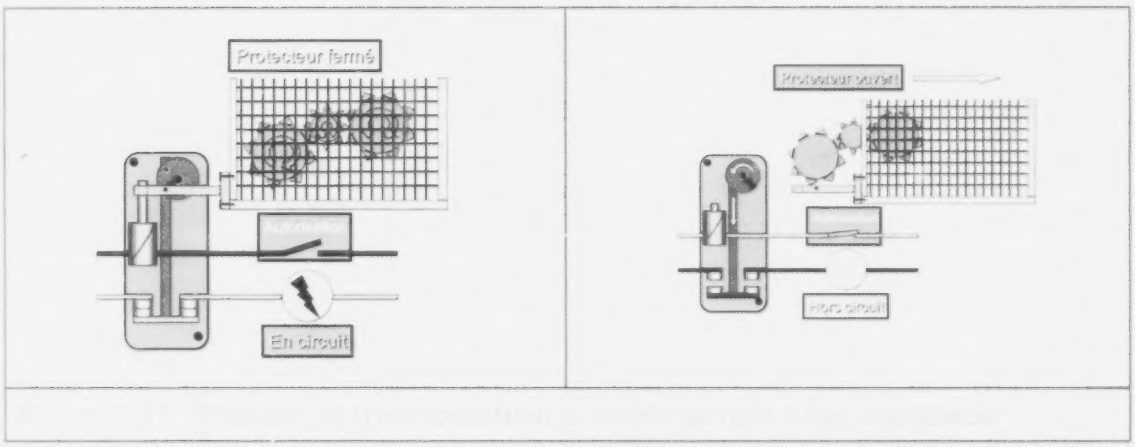
2.2.4 Protecteur à enclenchement (article 176 du RSST) (figure 2-11)

Un protecteur à enclenchement muni d'un dispositif d'interverrouillage doit présenter les caractéristiques suivantes :

Il demeure en place et enclenché tant que la machine ou les éléments dangereux de celle-ci restent en marche ;

il rend impossible la mise en marche de la machine ou le fonctionnement des éléments dangereux de celle-ci tant et aussi longtemps qu'il n'est pas remis en place et enclenché ;

il ne provoque pas la mise en marche de la machine ou des éléments dangereux de celle-ci lorsqu'il est replacé et réenclenché.



Ce type de protecteur doit être utilisé lorsqu'il est possible d'accéder à la zone dangereuse avant que le danger ait disparu (convoyeur à grande inertie dont l'arrêt est long).

Note Ce type de protecteur est appelé protecteur avec dispositif d'interverrouillage dans la norme CSA Z432, article 8.1.1.6.

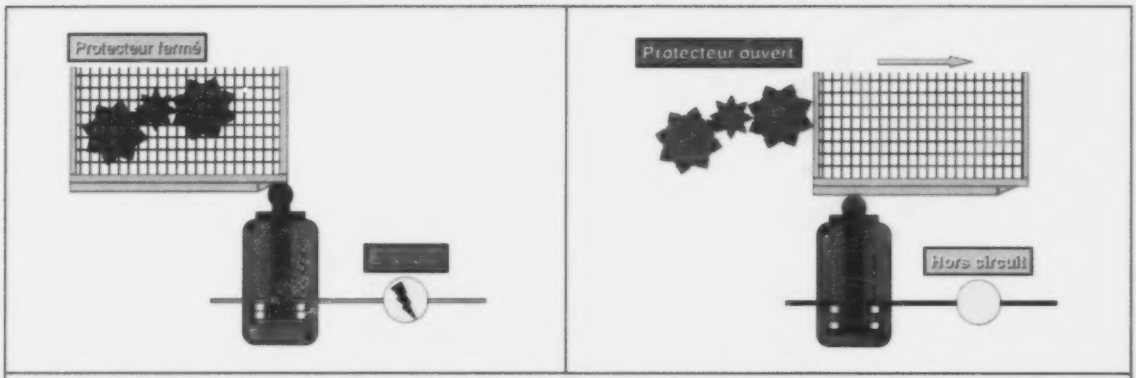


FIGURE 2-10 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN PROTECTEUR À INTERVERROUILLAGE

Note Ce type de protecteur est appelé protecteur avec dispositif de verrouillage dans la norme CSA Z432, article 8.1.1.5.

2.2.4 Protecteur à enclenchement (article 176 du RSST) (figure 2-11)

Un protecteur à enclenchement muni d'un dispositif d'interverrouillage doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Il demeure en place et enclenché tant que la machine ou les éléments dangereux de celle-ci restent en marche ;
- il rend impossible la mise en marche de la machine ou le fonctionnement des éléments dangereux de celle-ci tant et aussi longtemps qu'il n'est pas remis en place et enclenché ;
- il ne provoque pas la mise en marche de la machine ou des éléments dangereux de celle-ci lorsqu'il est replacé et réenclenché.

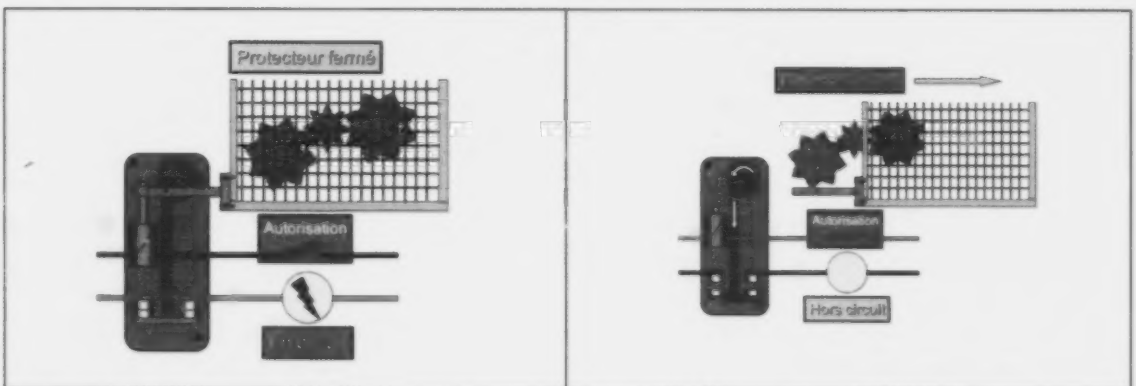


FIGURE 2-11 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN PROTECTEUR À ENCLENCHEMENT

Ce type de protecteur doit être utilisé lorsqu'il est possible d'accéder à la zone dangereuse avant que le danger ait disparu (convoyeur à grande inertie dont l'arrêt est long).

Note Ce type de protecteur est appelé protecteur avec dispositif d'interverrouillage dans la norme CSA Z432, article 8.1.1.6.

2.3 Dispositifs dissuasifs

Les dispositifs dissuasifs sont des dispositifs (autres qu'un protecteur) qui réduisent le risque d'entrer en contact avec une zone dangereuse. Ils prennent souvent la forme d'un obstacle physique qui, sans empêcher totalement l'accès à la zone dangereuse, en restreint la possibilité (NF EN 292-1 [Référence 13], article 3.24).

Les dispositifs dissuasifs (voir la figure 2-12) peuvent être constitués :

- d'une plaque latérale pour rouleau ;
- d'un garde-corps avec lisse au milieu.

Note Pour être considéré comme un dispositif dissuasif, un garde-corps doit avoir une hauteur minimale de 1 000 mm et être situé à plus de 1 400 mm de la zone dangereuse. Les articles 12 et 13 du RSST décrivent les autres caractéristiques que doivent posséder les garde-corps.

Ces dispositifs dissuasifs doivent être conçus en fonction des conditions d'utilisation afin de résister aux charges auxquelles ils seront soumis. Ils ne doivent pas créer de risque supplémentaire ni inciter les personnes à les détourner de leur usage. Pour plus de renseignements concernant les caractéristiques ergonomiques (ex. : couleur, facilité de manipulation, etc.) et la construction des dispositifs dissuasifs, voir l'annexe A.

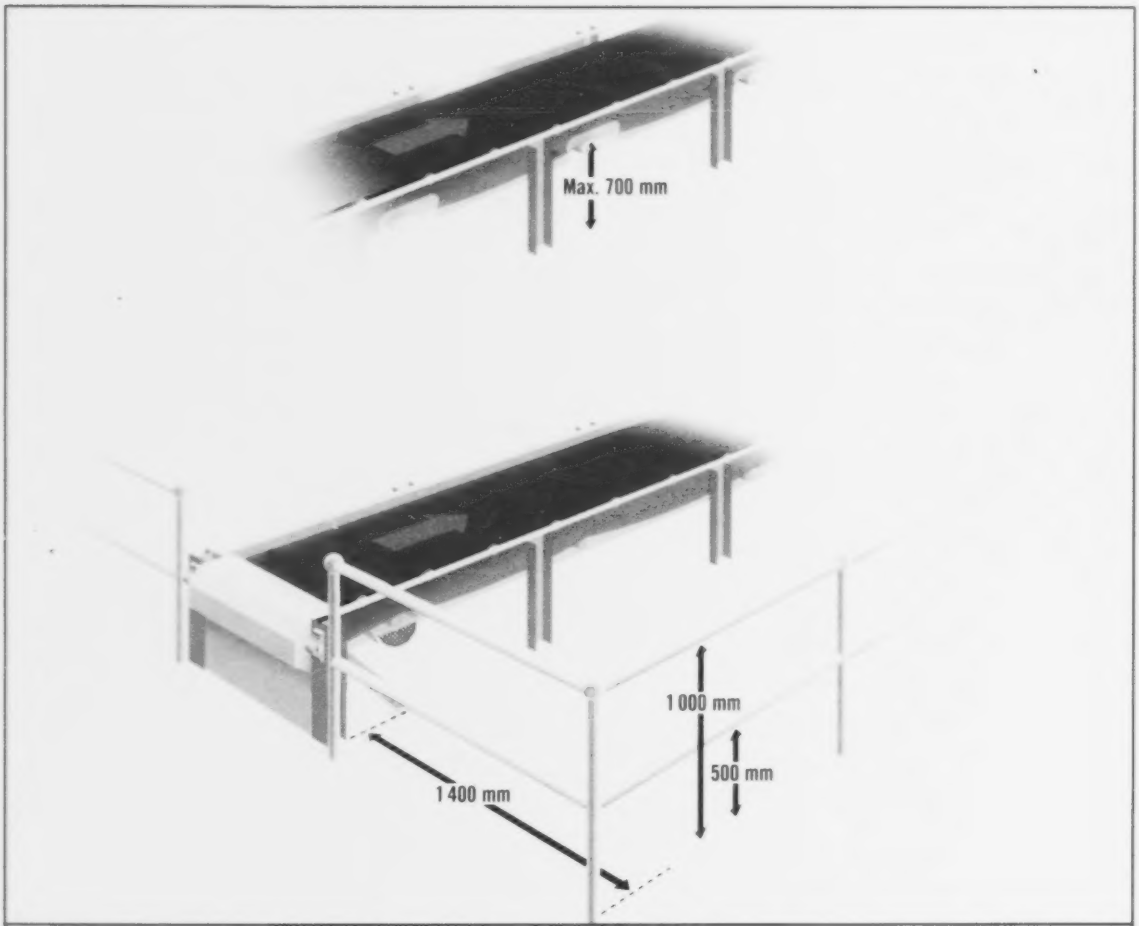


FIGURE 2-12 EXEMPLES DE DISPOSITIFS DISSUASIFS
(VOIR LA FIGURE 2-25 POUR LES DIMENSIONS DE LA PLAQUE)

2.4 Voies de circulation et de service

Pour les voies de circulation ou de service parallèles à un convoyeur ou passant sous celui-ci, il faut empêcher que les zones dangereuses puissent être atteintes et éviter les risques de chute d'éléments du convoyeur ou de charges. Le type de dispositifs de protection nécessaire est précisé au point 2.6.

Ces mesures ne peuvent être appliquées correctement que si les voies de circulation sont bien délimitées et balisées (peinture au sol, garde-corps, etc.). Lorsqu'une voie de circulation est située sous un convoyeur ou passe en dessous, la hauteur libre sous le convoyeur doit être supérieure à 2 m et la largeur de la voie doit être supérieure à 600 mm.

Dans le cas d'un passage au-dessus d'un convoyeur, la passerelle doit être munie de garde-corps (article 31 du RSST et article 373.3 du RSSM).

Pour ce qui est des voies de service, deux cas se présentent :

- La voie de service est bien délimitée (passerelle le long d'un convoyeur, passage unique sous le convoyeur, etc.) : les mesures prévues au point 2.6 ne s'appliquent qu'aux éléments dangereux qui se trouvent le long de la voie de service ;
- La voie de service n'est pas ou est peu délimitée (dessous d'un convoyeur servant d'accès à certains éléments de machines) : toutes les mesures prévues au point 2.6 s'appliquent à tous les éléments jugés dangereux.

2.5 Chute ou projection d'éléments

Cette section a pour objet la prévention des risques mécaniques que peuvent entraîner la chute ou la projection des charges ou d'objets résultant de la rupture ou de l'éclatement de parties de l'équipement ainsi que de mouvements trop brusques de ses sous-ensembles.

2.5.1 Éléments du convoyeur

Les éléments visés sont ceux qui peuvent tomber ou être projetés sous l'effet :

- des contraintes normales d'exploitation (force centrifuge, pression) ;
- des contraintes exceptionnelles normalement prévisibles (choc, coup de bélier) ;
- du vieillissement des matériaux.

Il est notamment important de mettre en œuvre des mesures de protection pour prévenir les risques liés à la chute d'un rouleau de retour ou à la rupture de la courroie (voir le point 2.6).

2.5.2 Charges transportées

Le parcours complet du convoyeur, plus particulièrement les points de chargement, de déchargement et de transfert, doit être conçu de façon à réduire le risque de débordement des charges transportées.

Les équipements installés en hauteur doivent être munis de dispositifs de protection empêchant toute chute de charges ou de débris (ex. : dispositif de retenue du rouleau, plaque de protection, rive latérale, filet, grillage, etc.), particulièrement au-dessus des voies de circulation ou immédiatement à proximité (voir le point 2.6).

2.6 Sommaire des exigences en matière de protection des convoyeurs à courroie dans le cas des activités de production

Les pages suivantes présentent, pour chacun des éléments du convoyeur à courroie, les exigences en matière de protection dans le cas des activités de production. La présentation se fera dans l'ordre qui suit :

1 Éléments mobiles de transmission d'énergie

2 Courroie

Courroie en bon état

Épissure de la courroie ou courroie détériorée

3 Brins supérieur et inférieur dans une zone rectiligne

Angles rentrants formés par le brin supérieur et les rouleaux sous la trémie – Brin supérieur sous la lisse de guidage ou la bavette d'étanchéité

Angles rentrants formés par le brin supérieur et les rouleaux porteurs dans une partie rectiligne

Angles rentrants formés par le brin inférieur et les rouleaux de retour dans une partie rectiligne

Rouleaux de retour

Grattoir sur le brin inférieur

4 Zone d'inflexion

5 Zone de transition

6 Tambours

Angles rentrants formés par la courroie et les tambours

Système tendeur

Jonction entre deux convoyeurs

7 Charge en mouvement

Lisse de guidage et charge isolée en déplacement

Charge isolée et obstacle fixe à l'extérieur du convoyeur, par exemple : poteau, mur, entrée d'un tunnel ou d'une enceinte, équipements fixes associés (détecteurs), etc.

Charge et rouleaux porteurs excédant la largeur de la courroie

Charge chutant de la courroie

8 Sous-ensemble en mouvement

9 Convoyeur mobile

2.6.1 Éléments mobiles de transmission d'énergie

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Arbre de moteur, bout d'arbre, roue dentée, poulie, chaîne, courroie de transmission, engrenage, accouplement

CONSÉQUENCES POSSIBLES

Entraînement et écrasement
Risque d'enroulement d'un vêtement flottant si l'extrémité est en saillie

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)[4]

Protecteur fixe enveloppant (figures 2-13 à 2-16)

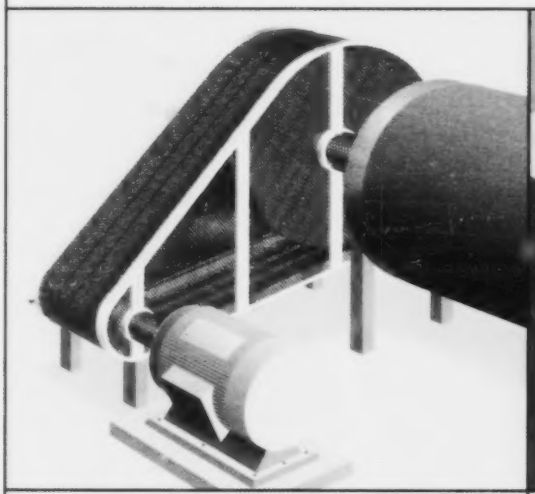


FIGURE 2-13 PROTECTEUR FIXE ENVELOPPANT POUR POULIES ET COURROIE DE TRANSMISSION

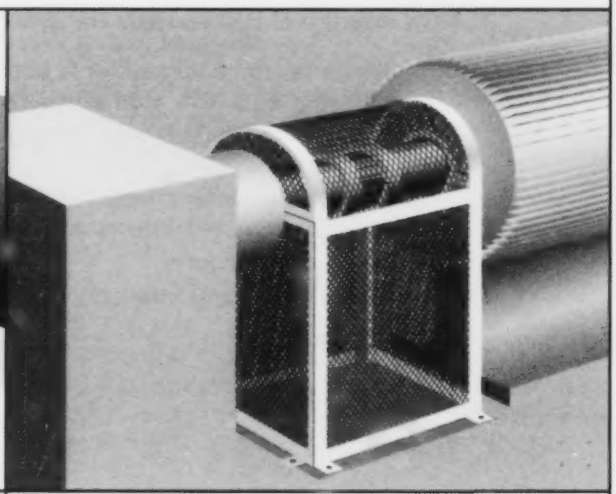


FIGURE 2-14 PROTECTEUR FIXE ENVELOPPANT POUR ACCOUPLEMENT

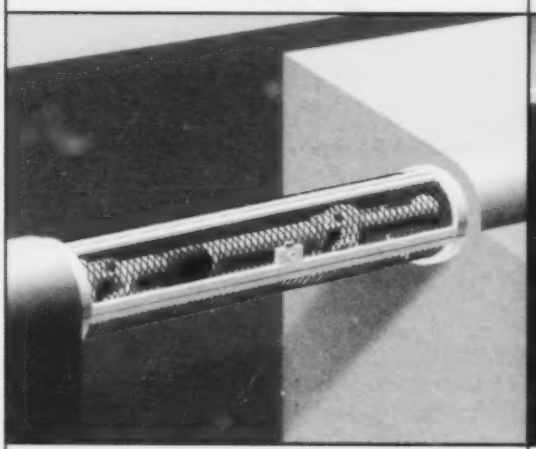


FIGURE 2-15 PROTECTEUR FIXE ENVELOPPANT POUR ARBRE

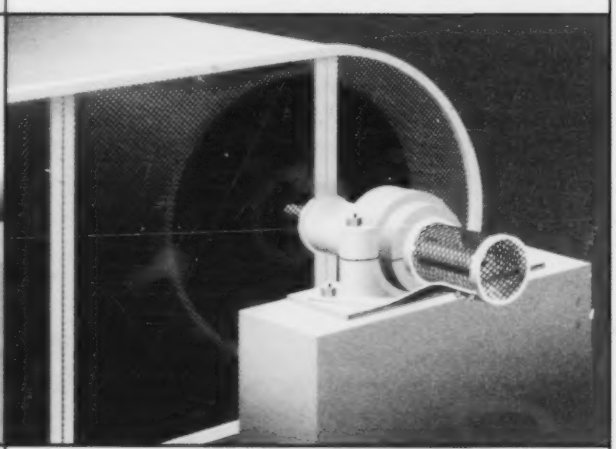


FIGURE 2-16 PROTECTEUR FIXE ENVELOPPANT POUR BOUT D'ARBRE

Remarque Sortir les points de graissage et de réglage de la tension de la courroie des protecteurs.

4. Le RSST prévoit 2,1 m, mais les normes internationales préconisent 2,5 m.

2.6.2 Courroie

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Courroie en bon état

CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Selon la vitesse et les caractéristiques de la courroie : brûlure ou abrasion par frottement, choc, entraînement

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)

BRIN SUPÉRIEUR :

Poste d'opération :

Protecteur installé au besoin selon l'analyse du risque

BRIN INFÉRIEUR :

Poste d'opération :

Protecteur installé au besoin selon l'analyse du risque

Voie de circulation parallèle au convoyeur (figure 2-17) :

Garde-corps installé au besoin selon l'analyse du risque

Voie de circulation passant sous le convoyeur (figure 2-17) :

Plaque de protection
(permet de retenir la courroie en cas de rupture)

Voie de service passant sous le convoyeur :

Plaque de protection installée au besoin selon l'analyse du risque

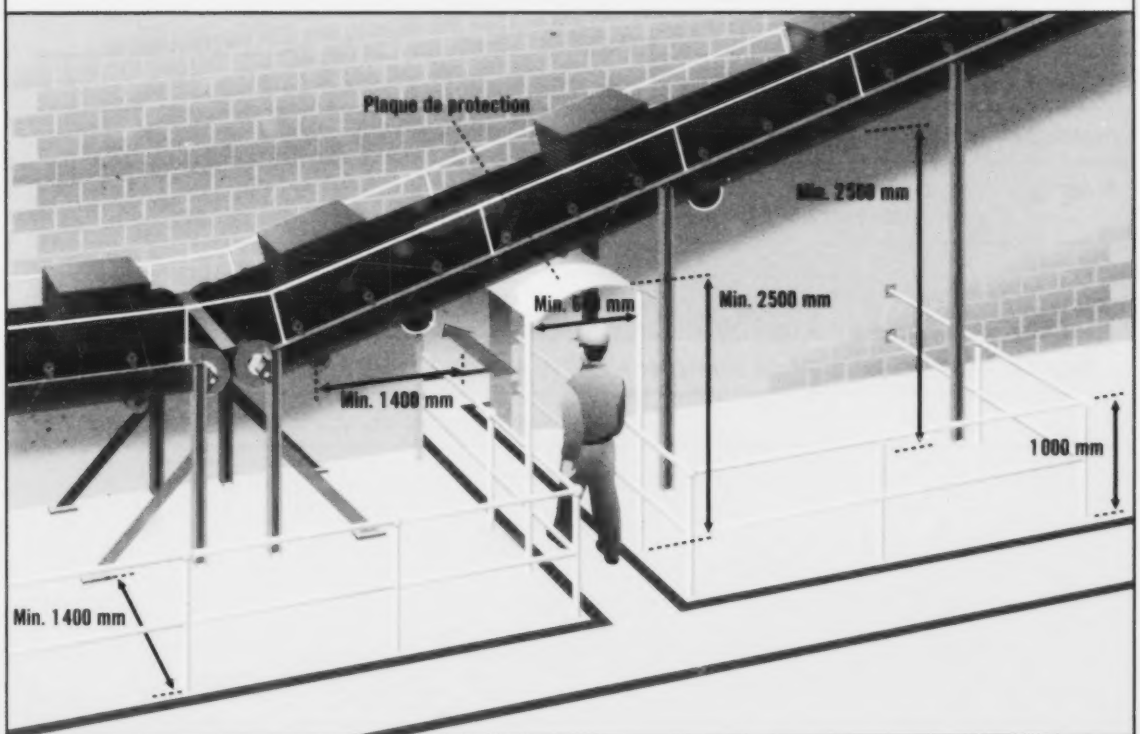
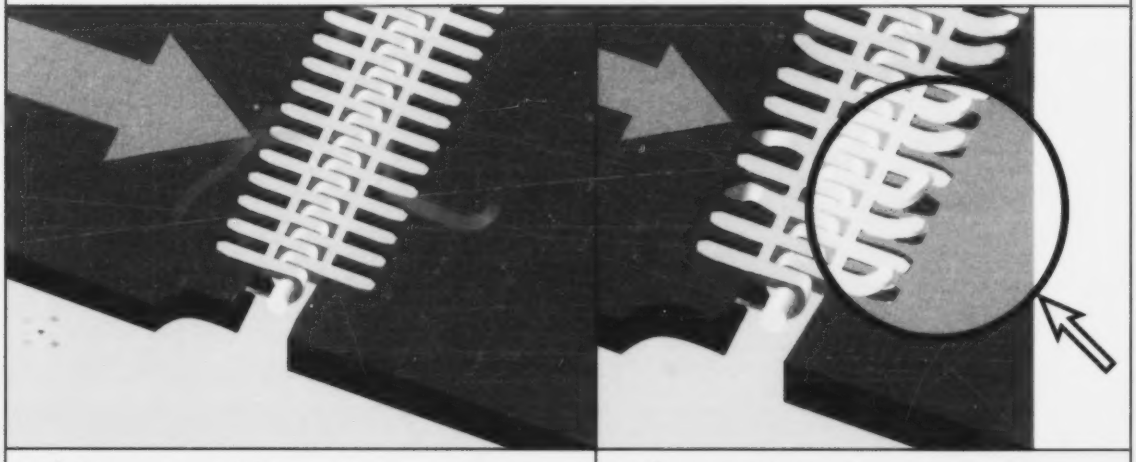


FIGURE 2-17 EXEMPLES DE MESURES DE PROTECTION DES VOIES DE CIRCULATION

Remarque Les courroies comportant des tasseaux, des bords de contenance ou des nervures présentent des risques supplémentaires (choc, entraînement) à considérer dans l'analyse du risque.

Courroie
PHÉNOMÈNE DANGEREUX Épissure de la courroie ou courroie détériorée (figure 2-18)
CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX Entraînement, brûlure, piqûre, coupure
MESURE DE PROTECTION **(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)** Modification de la conception ou de la fabrication de l'épissure Entretien de l'épissure ou de la courroie



A- Épissure en bon état	B- Épissure détériorée

FIGURE 2-18 ÉPISSURES MÉCANIQUES

Remarque Voir le point « Types d'épissures », dans le guide intitulé *Sécurité des convoyeurs à courroie : guide du concepteur.*

2.6.3 Brins supérieur et inférieur dans une zone rectiligne

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Angles rentrants formés par le brin supérieur et les rouleaux sous la trémie
Brin supérieur sous la lisse de guidage ou la bavette d'étanchéité

CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Entraînement
Cisaillement, brûlure par la courroie

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)

Protecteur fixe enveloppant ou de maintien à distance (figure 2-19)

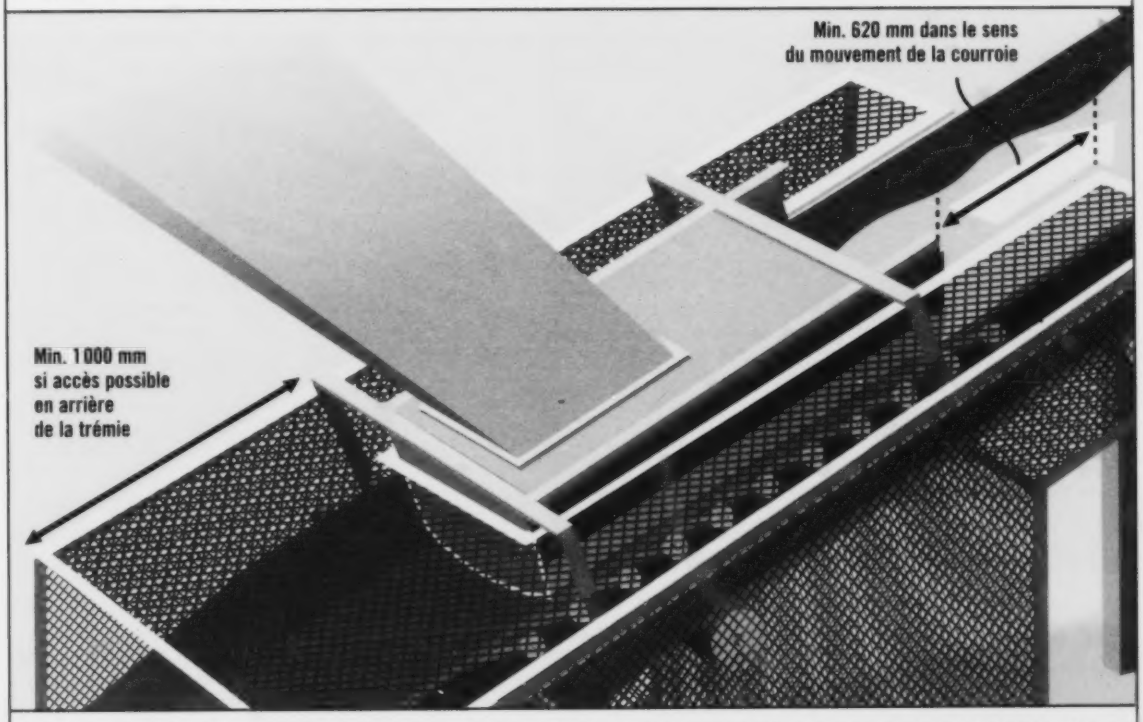


FIGURE 2-19 PROTECTEUR FIXE ENVELOPPANT À LA HAUTEUR D'UNE ZONE DE CHARGEMENT

Remarque Sortir les points de graissage des protecteurs.

Brins supérieur et inférieur dans une zone rectiligne

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Angles rentrants formés par le brin supérieur et les rouleaux porteurs dans une partie rectiligne

CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Entraînement

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)

Poste d'opération :

Protecteur fixe enveloppant ou d'angle rentrant (plaques entre les rouleaux) (figures 2-20 et 2-21)

Voie de service ou de circulation :

Analyse du risque, sauf pour les mines (article 373.4 du RSSM)

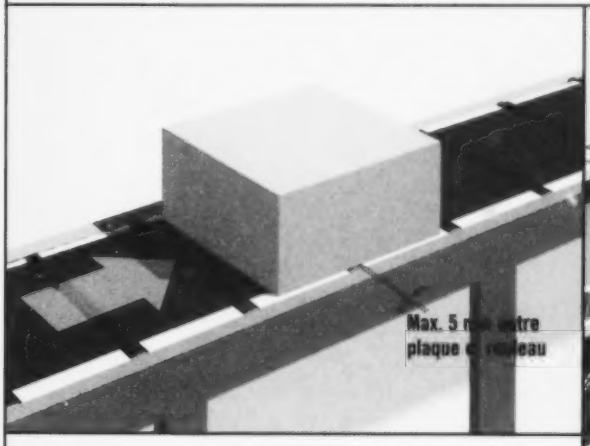


FIGURE 2-20 PROTECTEUR FIXE D'ANGLE RENTRANT POUR ROULEAUX PORTEURS (PLAQUES)

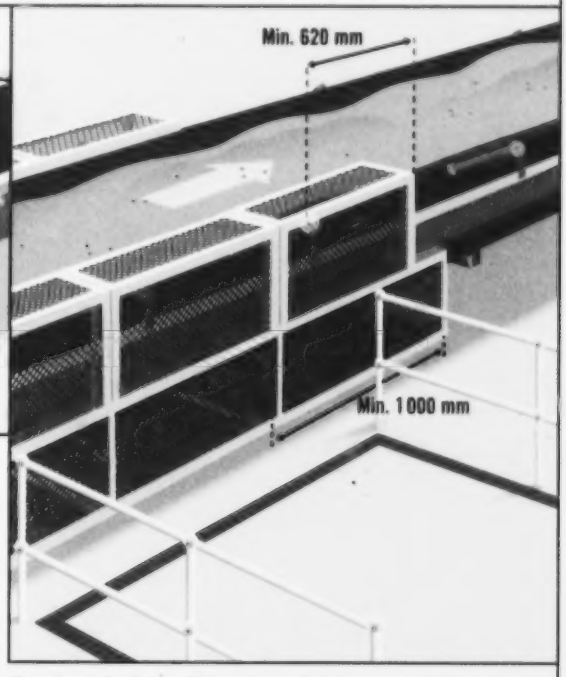


FIGURE 2-21 PROTECTEUR FIXE ENVELOPPANT POUR ROULEAUX PORTEURS

Remarque Cas particulier : lorsque les rouleaux porteurs sont soutenus par le dessus, cette configuration doit être prise en considération dans l'analyse du risque.

Brins supérieur et inférieur dans une zone rectiligne

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Angles rentrants formés par le brin inférieur et les rouleaux de retour dans une partie rectiligne **(1 de 3)**

CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Entraînement, choc

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)[5]

Poste d'opération (à côté du convoyeur ou en dessous) :

Protecteur fixe enveloppant ou d'angle rentrant et ajout d'une plaque de protection si le poste d'opération est situé sous les rouleaux de retour (figures 2-22 et 2-23)

Voie de circulation parallèle au convoyeur :

Si l'angle rentrant est situé entre 0,7 m et 2,5 m de hauteur :

Protecteur fixe enveloppant, d'angle rentrant ou de maintien à distance ou dispositif dissuasif (garde-corps)[6] (figures 2-22 à 2-24)

Si l'angle rentrant est à moins de 0,7 m de hauteur :

Dispositif dissuasif (garde-corps ou plaque latérale) (figures 2-24A et 2-25)

Voie de circulation passant sous le convoyeur :

Protecteur fixe enveloppant, d'angle rentrant ou de maintien à distance ou dispositif dissuasif (garde-corps)[6] et ajout d'une plaque de protection (figures 2-22 à 2-24)

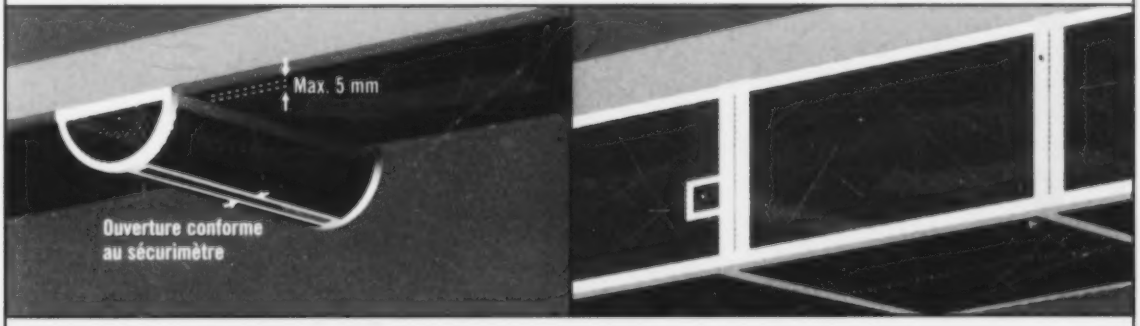


FIGURE 2-22 PROTECTEURS FIXES ENVELOPPANTS POUR ROULEAUX DE RETOUR

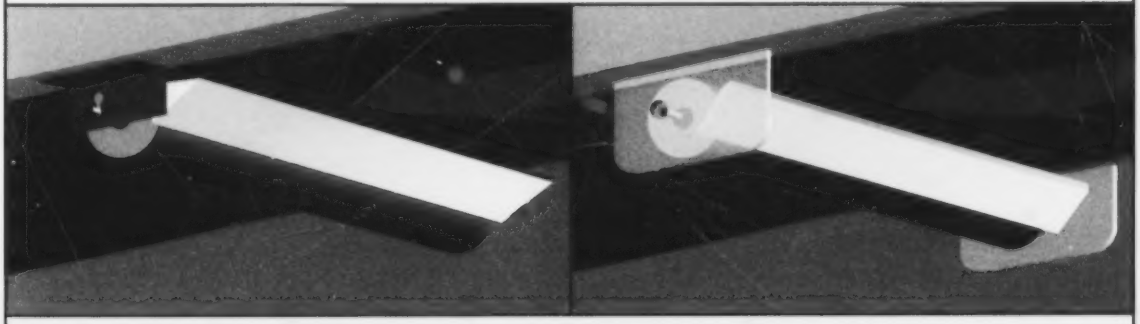


FIGURE 2-23 PROTECTEURS FIXES D'ANGLE RENTRANT POUR ROULEAUX DE RETOUR
(VOIR FIGURES 2-8 ET 2-9 ET TABLEAU 2-3 POUR LES DIMENSIONS)

5. Le RSST précise 2,1 m, mais les normes internationales préconisent 2,5 m.
6. Si, au terme d'une analyse du risque, on constate qu'une autre solution est appropriée, elle peut être appliquée.

Brins supérieur et inférieur dans une zone rectiligne

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Angles rentrants formés par le brin inférieur et les rouleaux de retour dans une partie rectiligne (1 de 3)

CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Entraînement, choc

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)[5]

Poste d'opération (à côté du convoyeur ou en dessous) :

Protecteur fixe enveloppant ou d'angle rentrant et ajout d'une plaque de protection si le poste d'opération est situé sous les rouleaux de retour (figures 2-22 et 2-23)

Voie de circulation parallèle au convoyeur :

Si l'angle rentrant est situé entre 0,7 m et 2,5 m de hauteur :

Protecteur fixe enveloppant, d'angle rentrant ou de maintien à distance ou dispositif dissuasif (garde-corps)[6] (figures 2-22 à 2-24)

Si l'angle rentrant est à moins de 0,7 m de hauteur :

Dispositif dissuasif (garde-corps ou plaque latérale) (figures 2-24A et 2-25)

Voie de circulation passant sous le convoyeur :

Protecteur fixe enveloppant, d'angle rentrant ou de maintien à distance ou dispositif dissuasif (garde-corps)[6] et ajout d'une plaque de protection (figures 2-22 à 2-24)

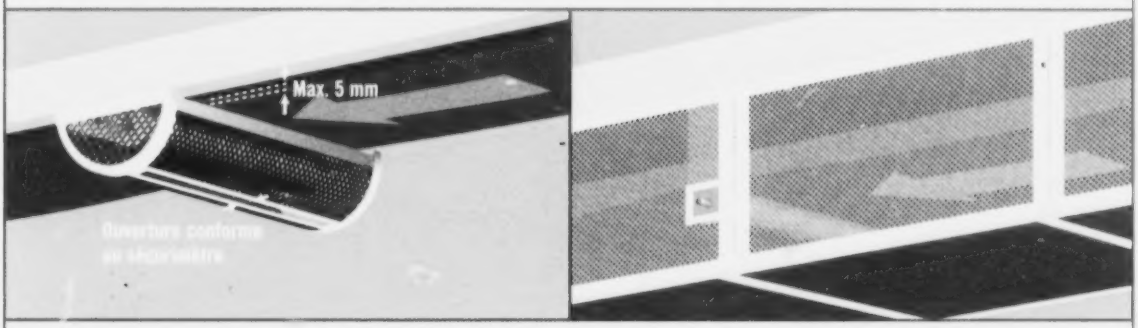


FIGURE 2-22 PROTECTEURS FIXES ENVELOPPANTS POUR ROULEAUX DE RETOUR

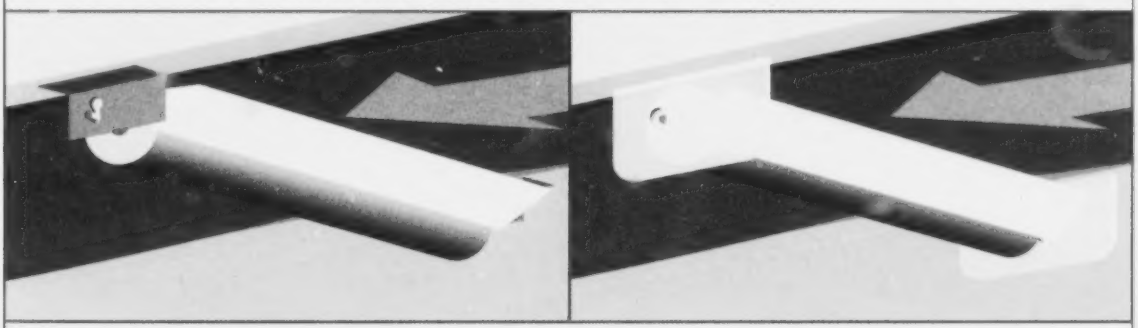


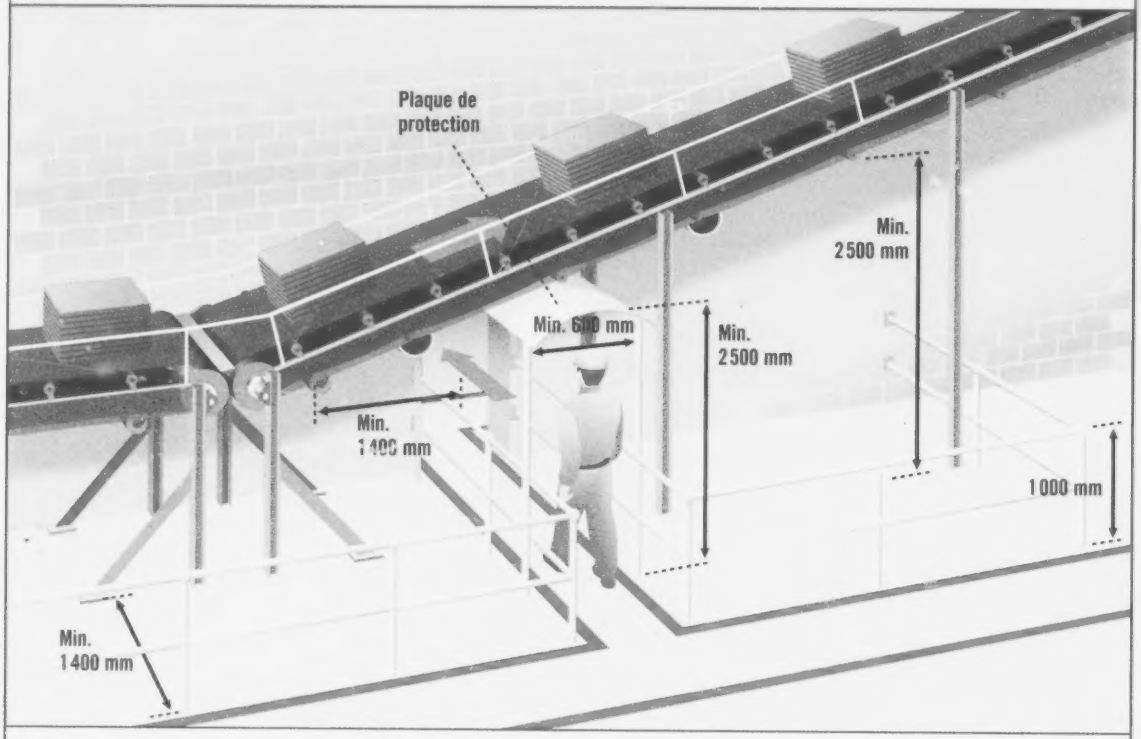
FIGURE 2-23 PROTECTEURS FIXES D'ANGLE RENTRANT POUR ROULEAUX DE RETOUR
(VOIR FIGURES 2-8 ET 2-9 ET TABLEAU 2-3 POUR LES DIMENSIONS)

5. Le RSST précise 2,1 m, mais les normes internationales préconisent 2,5 m.
6. Si, au terme d'une analyse du risque, on constate qu'une autre solution est appropriée, elle peut être appliquée.

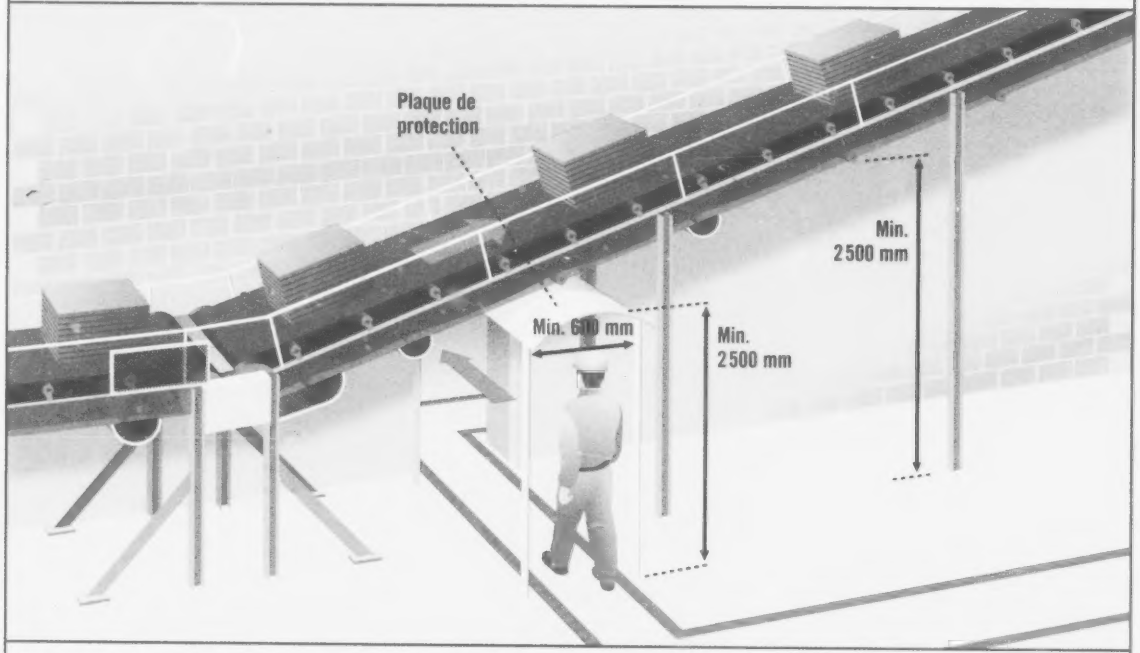
Brins supérieur et inférieur dans une zone rectiligne

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Angles rentrants formés par le brin inférieur et les rouleaux de retour dans une partie rectiligne **(2 de 3)**



A- Plaque de protection et dispositifs dissuasifs (garde-corps)



B- Plaque de protection et protecteurs fixes enveloppants

FIGURE 2-24 EXEMPLES DE DISPOSITIFS DE PROTECTION DES VOIES DE CIRCULATION

Brins supérieur et inférieur dans une zone rectiligne

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Angles rentrants formés par le brin inférieur et les rouleaux de retour dans une partie rectiligne **(3 de 3)**

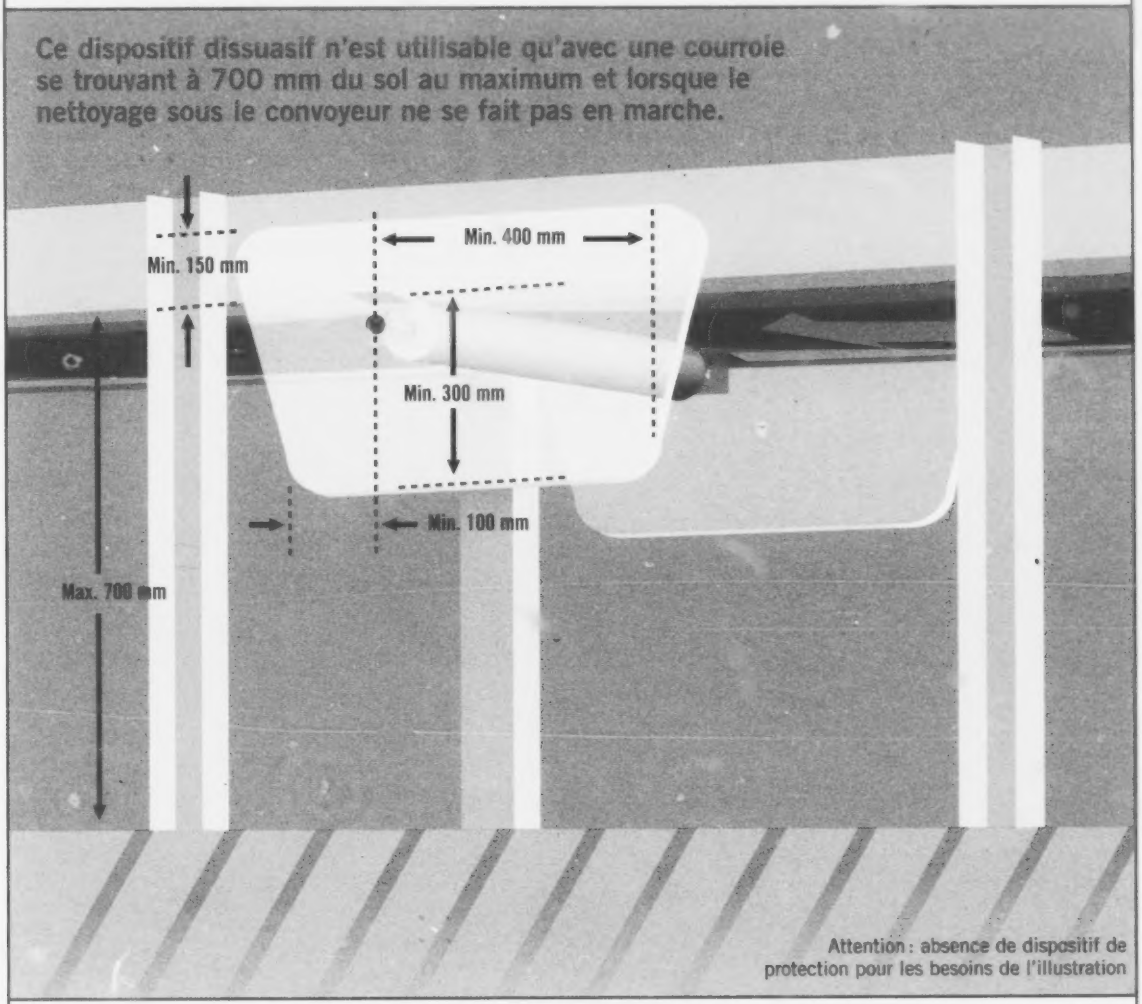


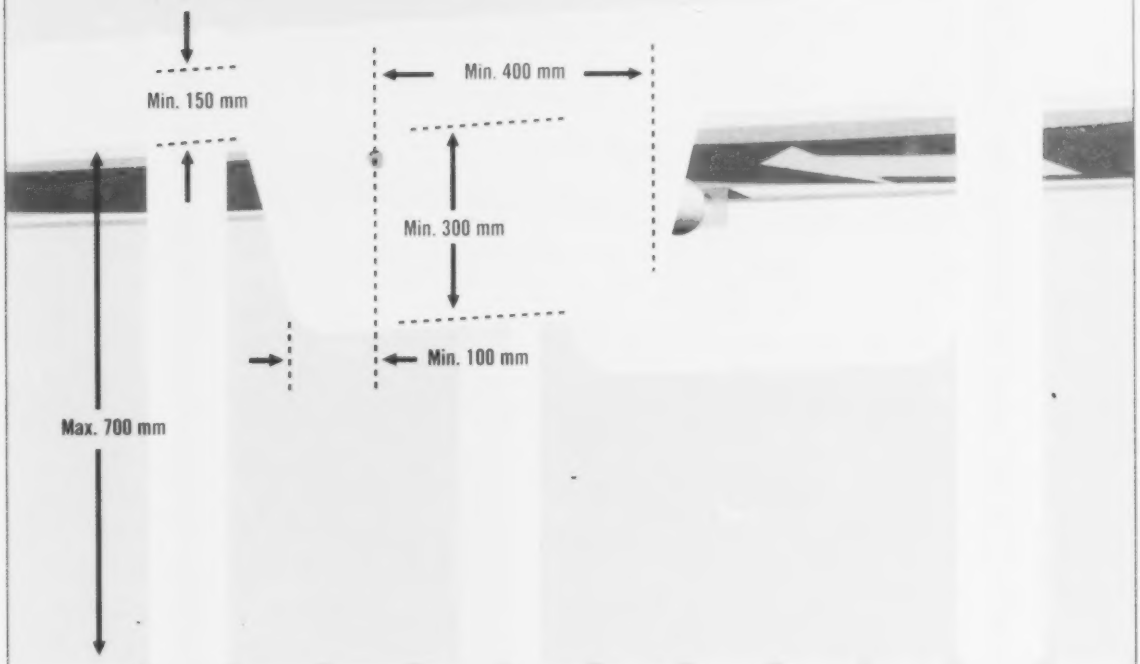
FIGURE 2-25 DISPOSITIF DISSUASIF (PLAQUE LATÉRALE) POUR ROULEAU DE RETOUR SITUÉ À MOINS DE 700 MM DU SOL (ATTENTION AUX RESTRICTIONS D'UTILISATION)

Brins supérieur et inférieur dans une zone rectiligne

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Angles rentrants formés par le brin inférieur et les rouleaux de retour dans une partie rectiligne (3 de 3)

Ce dispositif dissuasif n'est utilisable qu'avec une courroie se trouvant à 700 mm du sol au maximum et lorsque le nettoyage sous le convoyeur ne se fait pas en marche.



Attention : absence de dispositif de protection pour les besoins de l'illustration

Brins supérieur et inférieur dans une zone rectiligne

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Rouleaux de retour

CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Choc, écrasement consécutif à la chute du rouleau

MESURE DE PROTECTION

Voie de circulation passant sous le convoyeur (au-dessus de 2,5 m) :

Dispositif de retenue des rouleaux de retour (figure 2-26) si nécessaire selon les résultats de l'analyse du risque (il est possible de réduire le risque en appliquant un programme d'entretien préventif et d'en tenir compte dans l'analyse du risque)

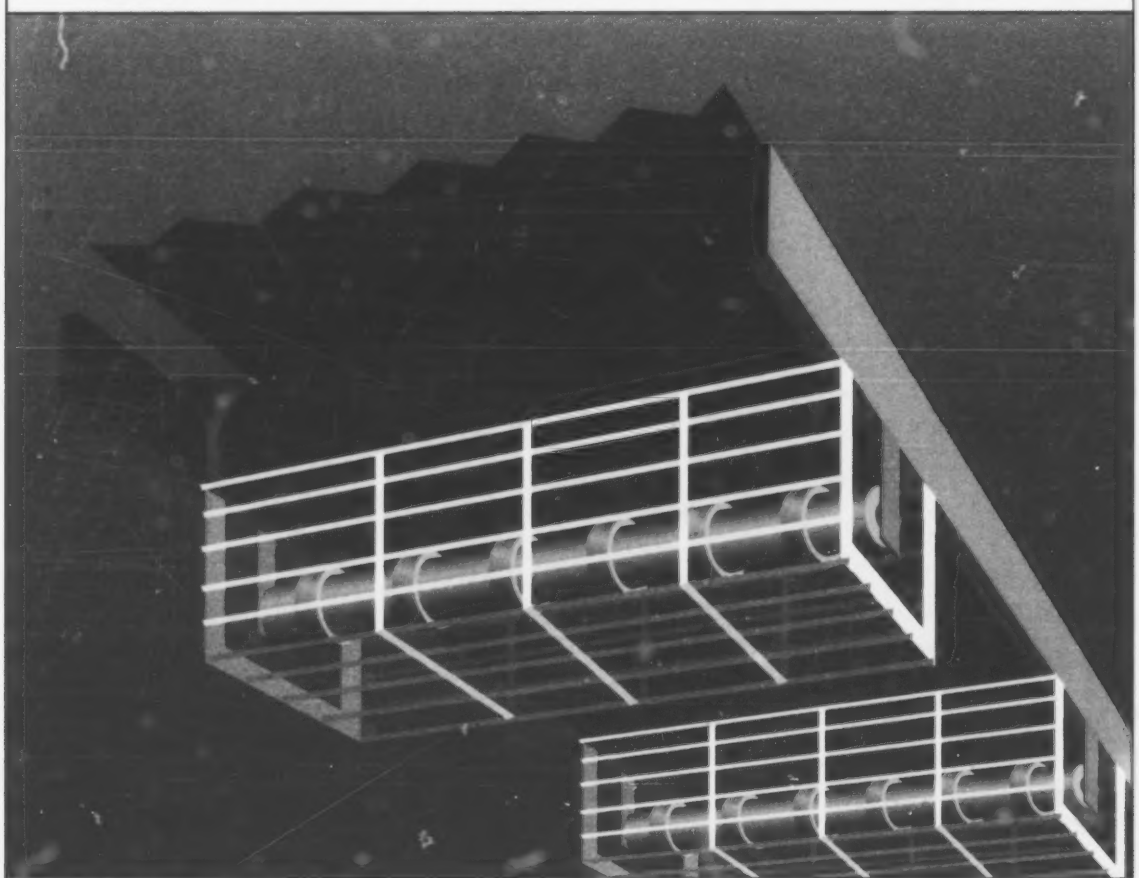


FIGURE 2-26 DISPOSITIF DE RETENUE DES ROULEAUX DE RETOUR

Brins supérieur et inférieur dans une zone rectiligne

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Grattoir sur le brin inférieur

CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Coincement, écrasement, abrasion par la courroie

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)

Selon le résultat de l'analyse du risque

Le dispositif de protection du grattoir peut être combiné avec celui du tambour (figure 2-27)

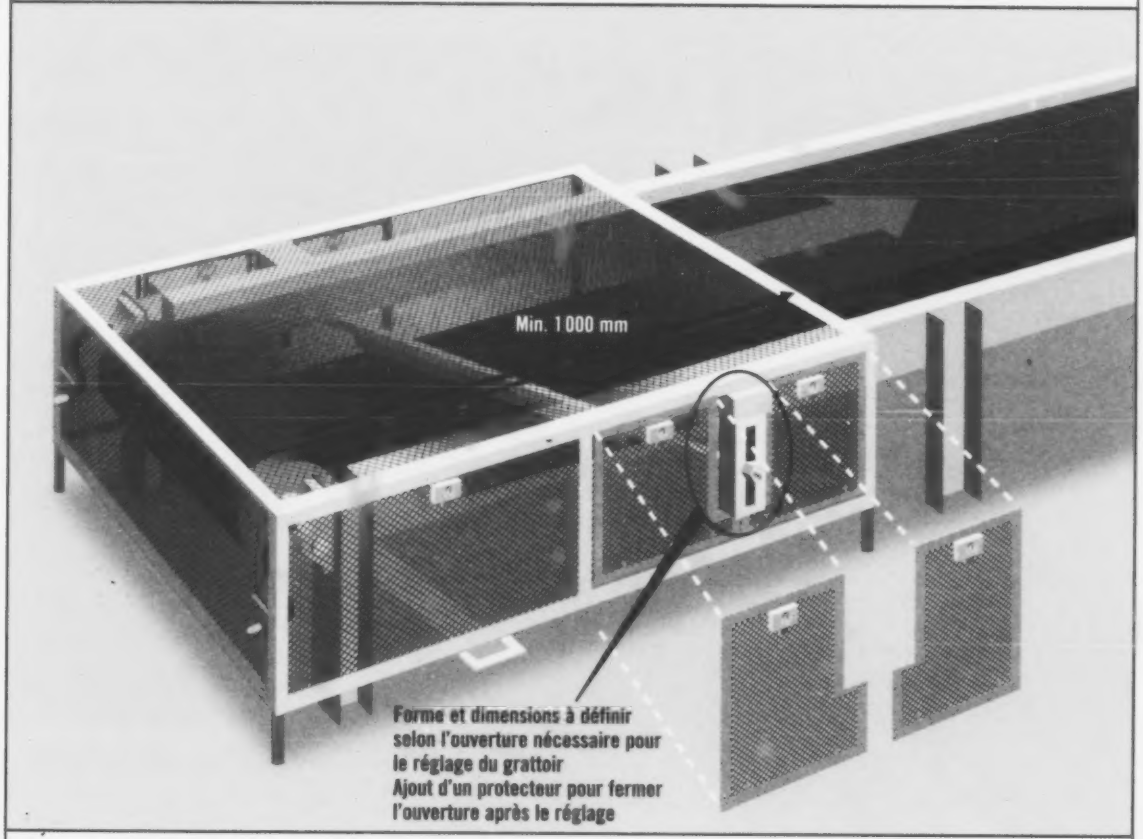


FIGURE 2-27 PROTECTEUR FIXE ENVELOPPANT POUR TAMBOUR ET GRATTOIR (CAGE PARTIELLE)

2.6.4 Zone d'inflexion

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Angles rentrants formés par la courroie et les rouleaux dans une zone d'inflexion

CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Entraînement

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)

Protecteur fixe enveloppant, d'angle rentrant ou de maintien à distance (figures 2-28 et 2-29)

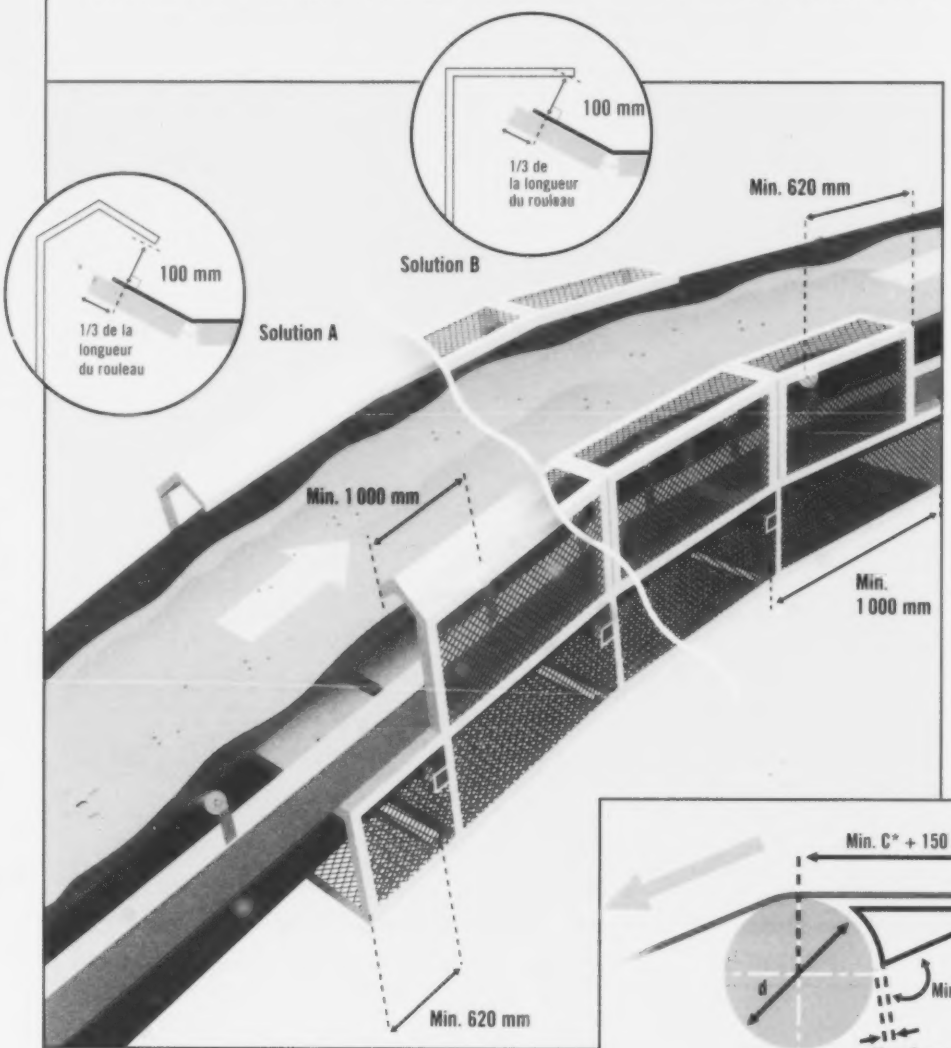


FIGURE 2-28 PROTECTEURS FIXES ENVELOPPANTS À LA HAUTEUR D'UNE ZONE D'INFLEXION

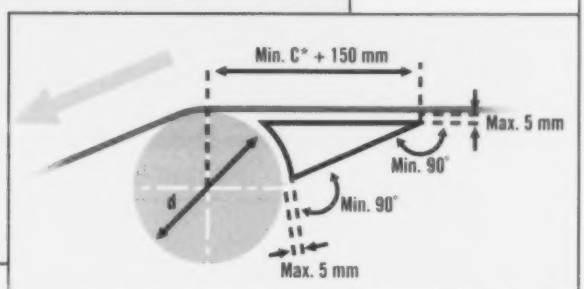


FIGURE 2-29 PROTECTEUR FIXE D'ANGLE RENTRANT À LA HAUTEUR D'UNE ZONE D'INFLEXION

* VOIR LE TABLEAU 2-3 POUR LES DIMENSIONS DE C

Remarque La tension dans les bords de la courroie est plus élevée aux zones d'inflexion.

2.6.5 Zone de transition

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Angles rentrants formés par le brin supérieur et les rouleaux porteurs dans une zone de transition

CONSÉQUENCE DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Entraînement

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)

Protecteur fixe enveloppant ou d'angle rentrant (figure 2-30)

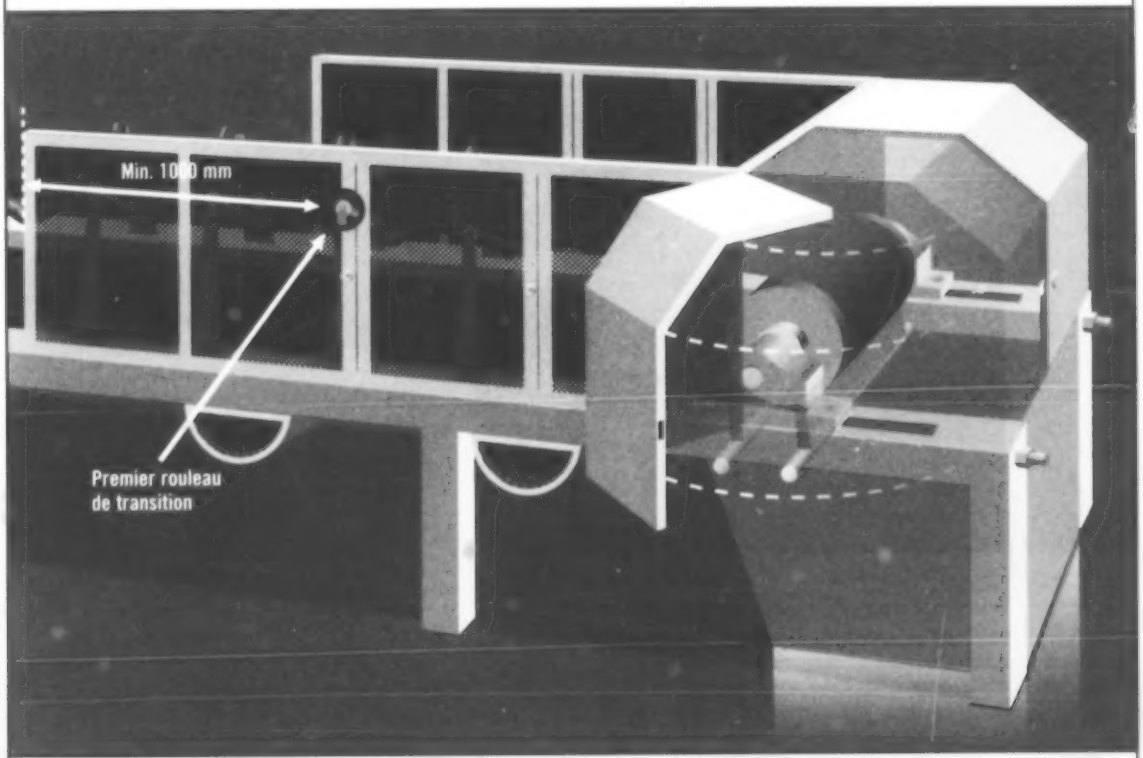


FIGURE 2-30 PROTECTEURS POUR TAMBOUR DE TÊTE ET ZONE DE TRANSITION

(LA HAUTEUR DE L'ÉCRAN LATÉRAL EST DÉTERMINÉE À L'AIDE DU TABLEAU 2-2)

2.6.6 Tambours

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Angles rentrants formés par la courroie et les tambours **(1 de 2)**

CONSÉQUENCE DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Entraînement

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)

Protecteur fixe enveloppant, d'angle rentrant ou de maintien à distance (figures 2-30 à 2-33)

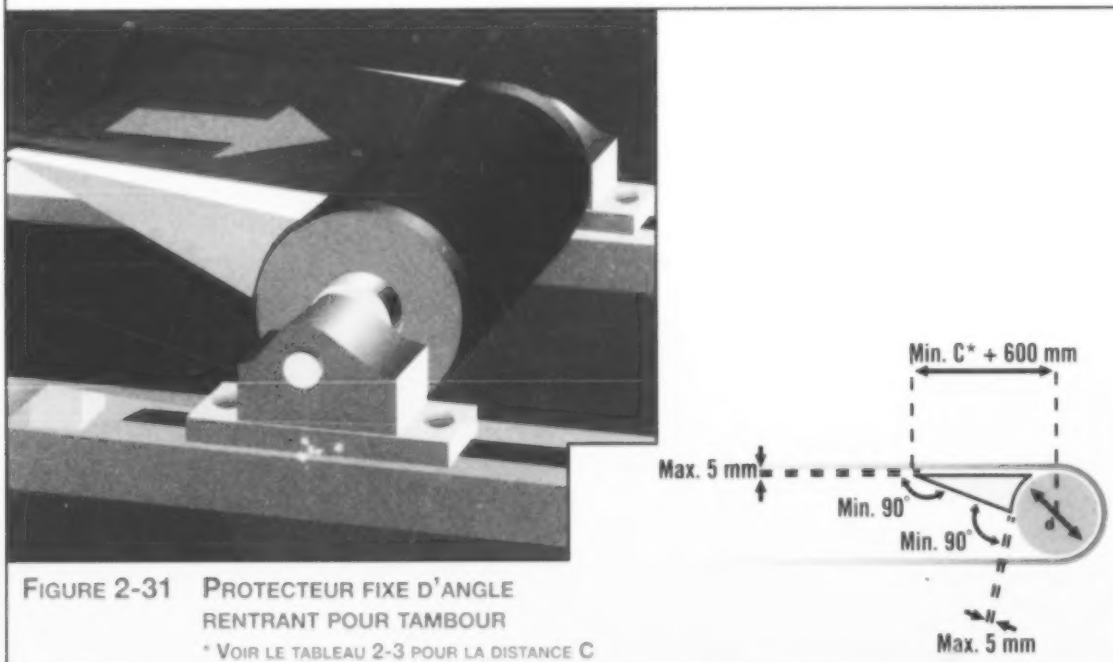


FIGURE 2-31 PROTECTEUR FIXE D'ANGLE RENTRANT POUR TAMBOUR

* VOIR LE TABLEAU 2-3 POUR LA DISTANCE C

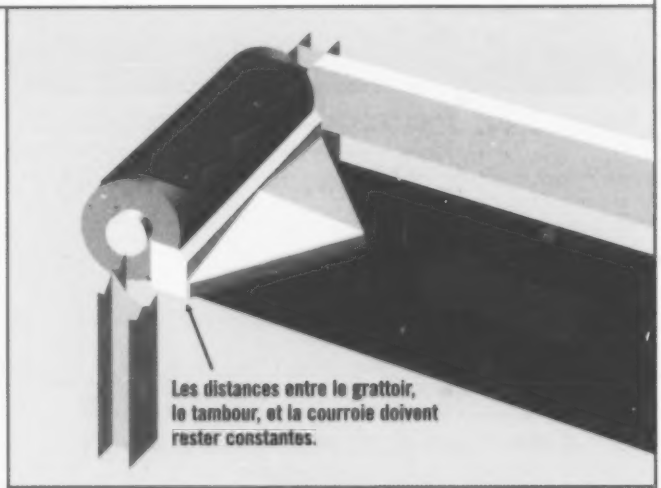


FIGURE 2-32 GRATTOIR SERVANT DE PROTECTEUR FIXE D'ANGLE RENTRANT

Tambours

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Angles rentrants formés par la courroie et les tambours **(2 de 2)**

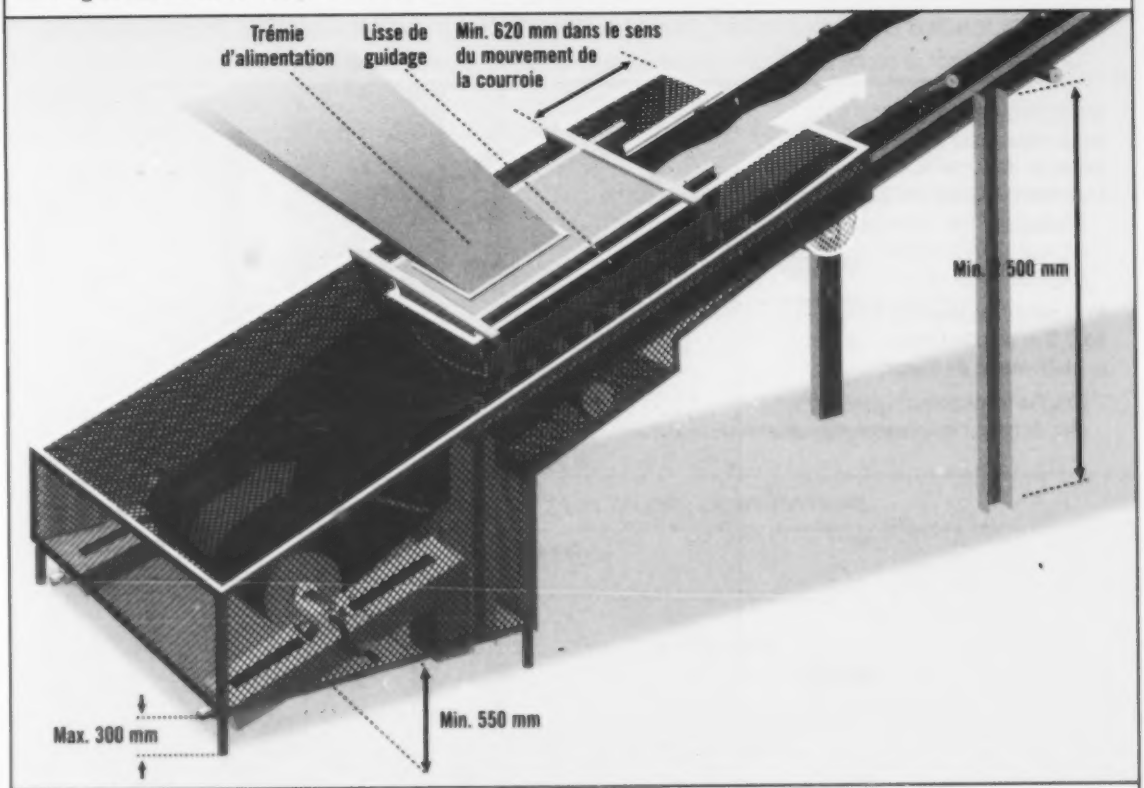


FIGURE 2-33 PROTECTEUR FIXE ENVELOPPANT POUR TAMBOUR DE QUEUE

Remarques Si la distance verticale entre l'angle rentrant et le bas du protecteur fixe enveloppant ne peut respecter les 550 mm prescrits, l'ouverture pour le nettoyage sous le protecteur doit respecter les dispositions du tableau 2-1.

Tambours

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Système tendeur

CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Écrasement par la chute du poids et entraînement lié aux angles rentrants

MESURE DE PROTECTION
(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)

Protecteur fixe enveloppant ou de maintien à distance (figures 2-33 et 2-34)

Si le poids est toujours à plus de 2,5 m du plancher ou de la plate-forme de travail

Dispositif dissuasif (garde-corps) empêchant l'accès sous le poids

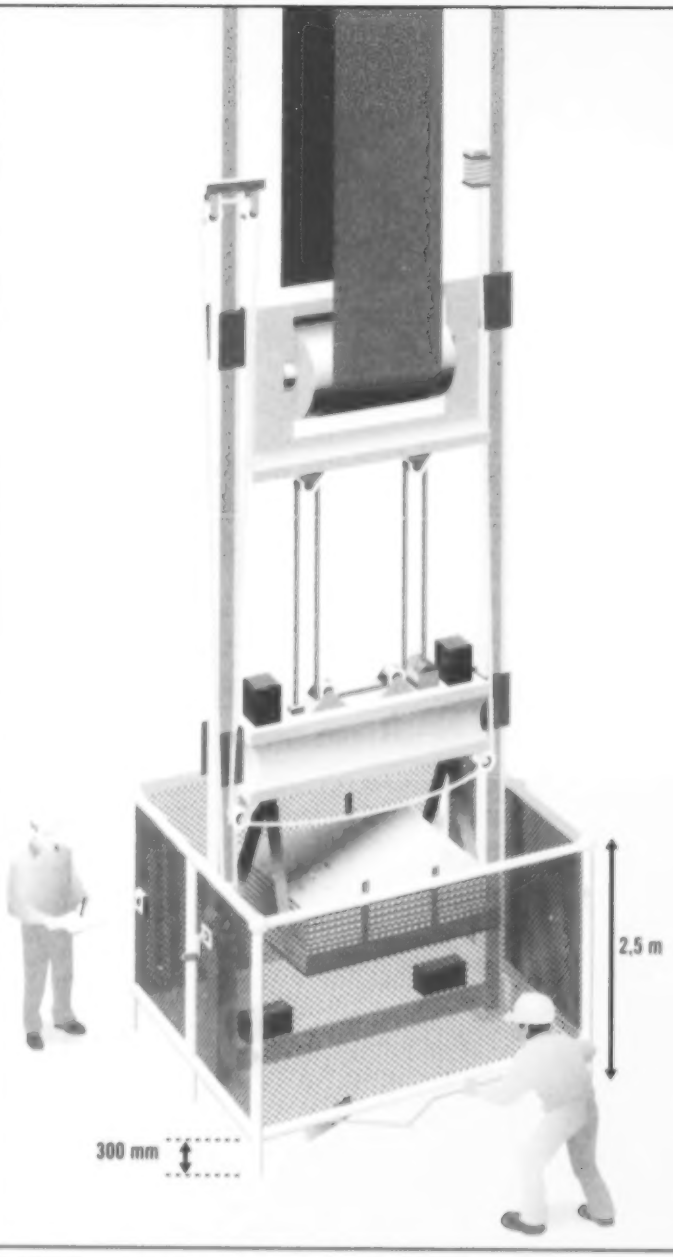


FIGURE 2-34 PROTECTEUR DE MAINTIEN À DISTANCE POUR DISPOSITIF DE TENSION PAR GRAVITÉ

Remarques Pour les dispositifs de tension par gravité, le protecteur empêchant l'accès sous le contrepoids doit atteindre une hauteur de 2 500 mm.
Les tambours tendeurs (de tête ou de queue) doivent aussi être protégés.

Tambours

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Jonction entre deux convoyeurs

CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Entraînement et coincement si l'espace libre est supérieur à 5 mm

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)

Protecteur fixe (tôle de recouvrement) ou rouleau libre escamotable (figures 2-35 et 2-36)

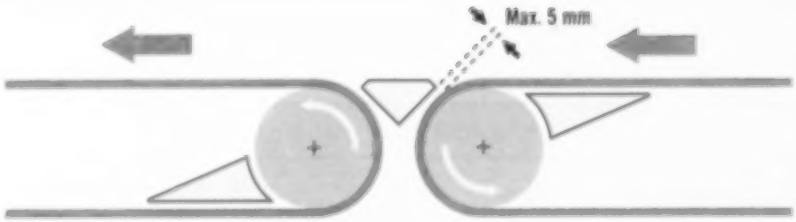


FIGURE 2-35 PROTECTEUR FIXE À LA JONCTION DE DEUX CONVOYEURS

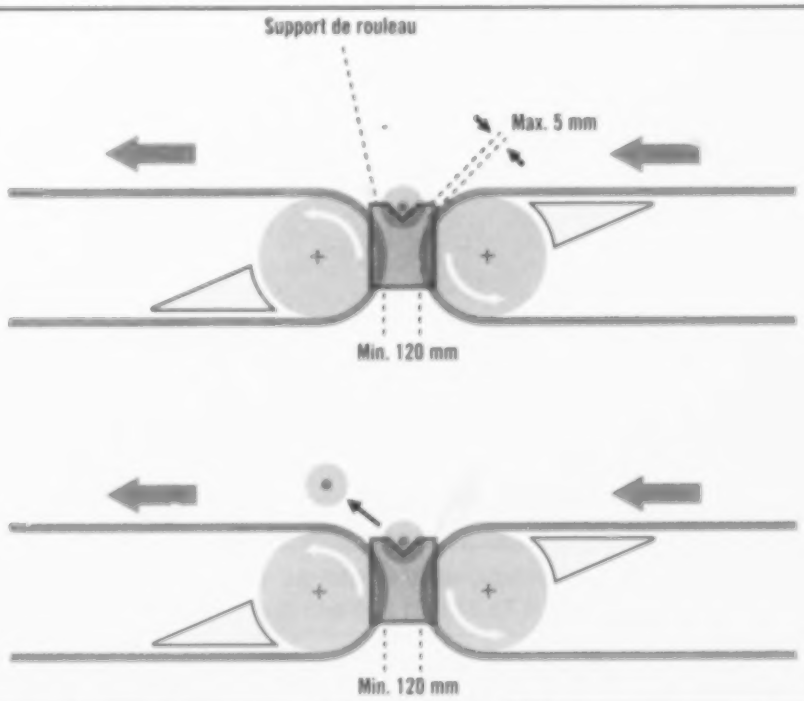


FIGURE 2-36 ROULEAU ESCAMOTABLE À LA JONCTION DE DEUX CONVOYEURS

2.6.7 Charge en mouvement

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Lisse de guidage et charge isolée en déplacement

CONSÉQUENCES POSSIBLES

Coincement entre la courroie et la lisse ou entre la charge et la lisse

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)

Poste d'opération :

Limiter l'espace entre la lisse de guidage et la courroie à 5 mm au maximum

Supprimer la lisse de guidage

Concevoir un protecteur fixe enveloppant selon les résultats de l'analyse du risque

Ailleurs :

Analyse du risque

Remarque Analyse du risque : tenir compte de la chute possible de la charge si la lisse est enlevée.

Charge en mouvement

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Charge isolée[7] et obstacle fixe à l'extérieur du convoyeur, par exemple : poteau, mur, entrée d'un tunnel ou d'une enceinte, équipements fixes associés (détecteurs)

CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Écrasement, choc, cisaillement

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)

Protecteur fixe ou dispositif dissuasif selon le résultat de l'analyse du risque (figure 2-37) en respectant les distances de sécurité suivantes entre la charge et l'obstacle :

Si le corps entier peut être entraîné : espace de 500 mm au minimum
Si les bras peuvent être entraînés : espace de 120 mm au minimum
Si les jambes peuvent être entraînées : espace de 180 mm au minimum

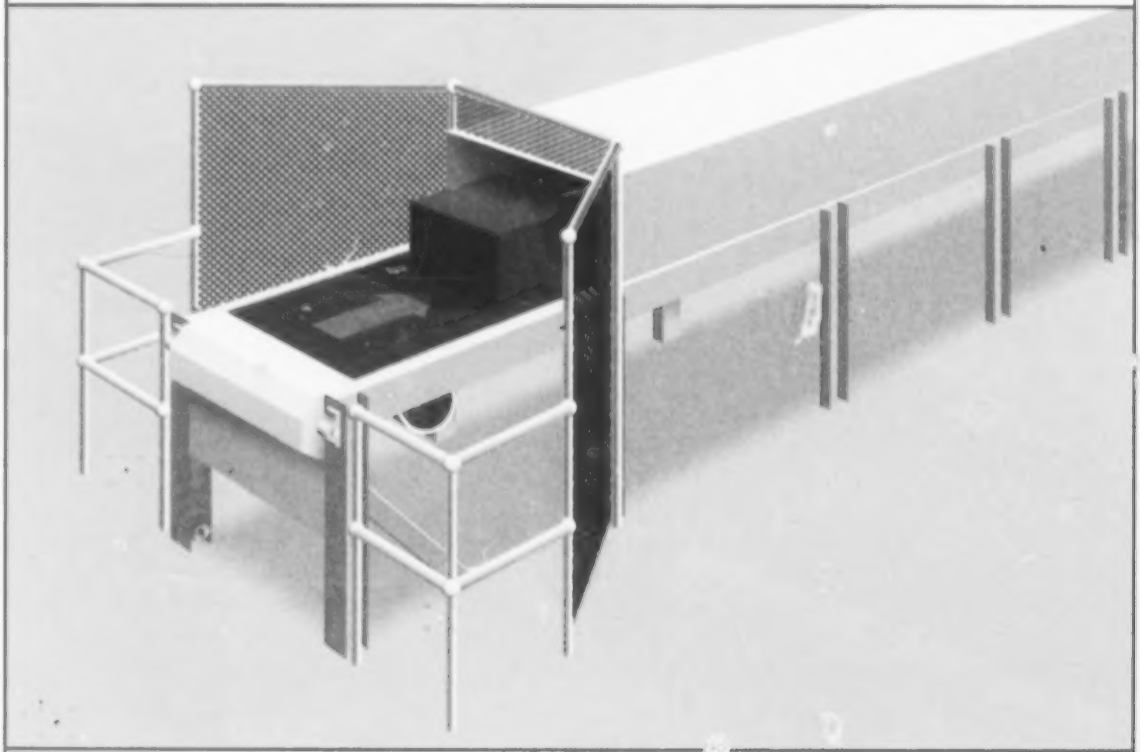


FIGURE 2-37 EXEMPLE DE MESURE DE PROTECTION CONTRE LES PHÉNOMÈNES DANGEREUX DUS À UNE CHARGE ISOLÉE ET À UN OBSTACLE FIXE

Remarques

Objectif : repousser le corps, le bras ou les jambes loin de la zone d'écrasement.

Le type de protecteur et ses dimensions dépendent du résultat de l'analyse du risque. Ce résultat varie selon la partie du corps (corps entier, bras, jambe) qui risque d'être entraînée et le poids de la charge transportée.

Le protecteur ne doit pas lui aussi créer une zone de coincement.

7. Valable également pour du vrac de grande dimension (ex. : blocs de pierre).

Charge en mouvement
PHÉNOMÈNE DANGEREUX Charge et rouleaux porteurs excédant la largeur de la courroie
CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX Coincement, écrasement
MESURE DE PROTECTION (SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL) **Pour un poste d'opération :** Protecteur fixe (maintien à distance ou plaque entre les rouleaux) (figure 2-38) **Aux autres endroits :** Protecteur fixe (maintien à distance ou plaque entre les rouleaux) ou dispositif dissuasif

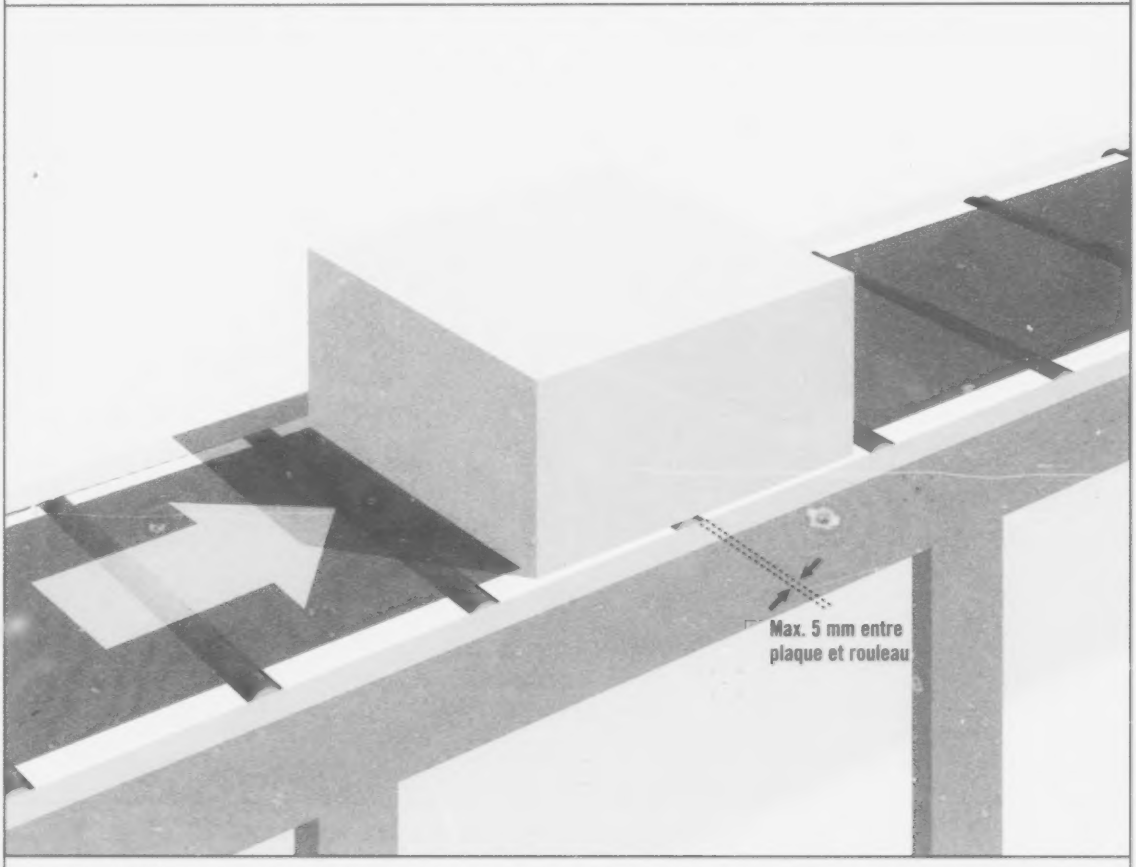


FIGURE 2-38 EXEMPLE DE PROTECTEUR POUR LES CHARGES ISOLÉES ET LES ROULEAUX EXCÉDANT LA LARGEUR DE LA COURROIE

Charge en mouvement
PHÉNOMÈNE DANGEREUX Charge chutant de la courroie
CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX Choc, écrasement
MESURE DE PROTECTION (SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL) Plaque de protection, grillage, filet ou rives latérales selon l'analyse du risque (figure 2-39)

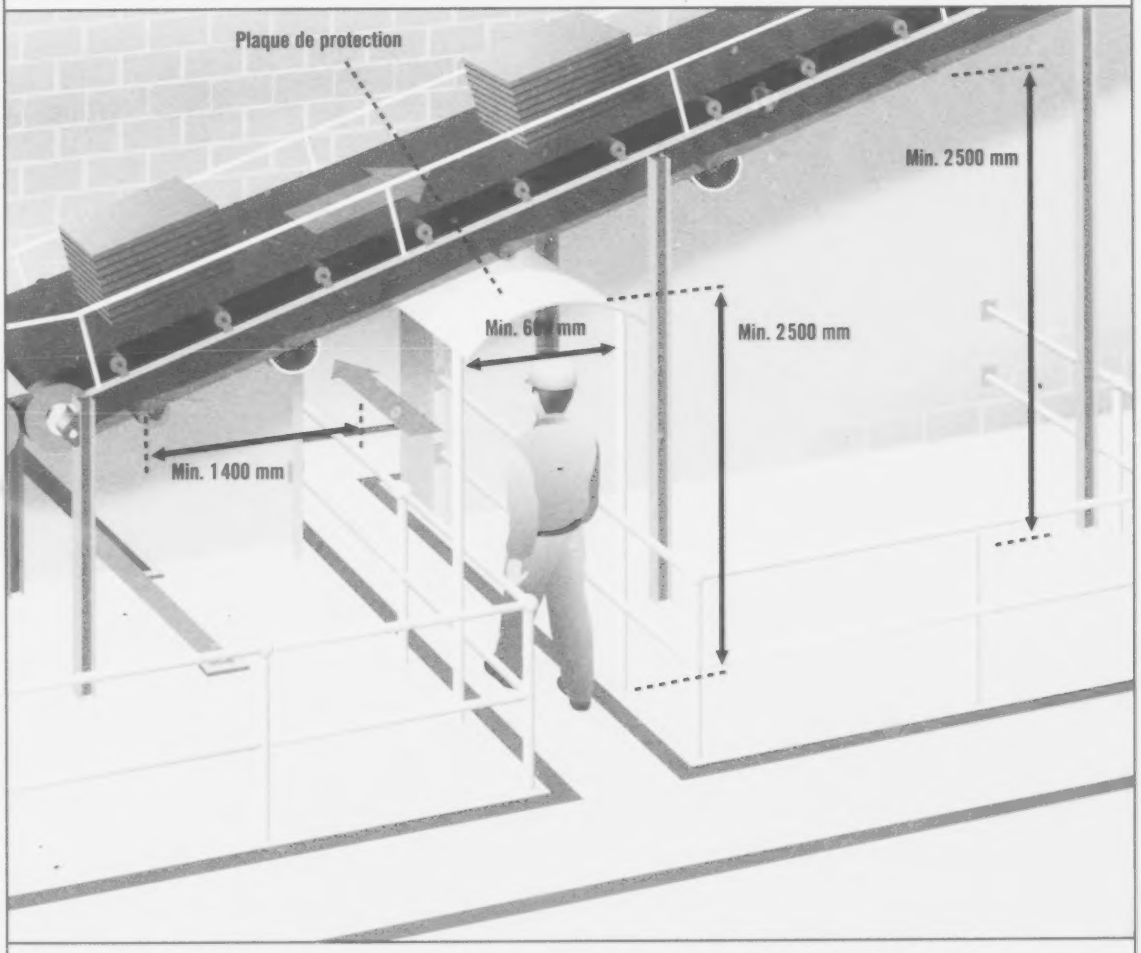


FIGURE 2-39 EXEMPLES DE MESURES DE PROTECTION DES VOIES DE CIRCULATION

2.6.8 Sous-ensemble en mouvement

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Poussoirs, butoirs, éjecteurs, dispositifs d'aiguillage

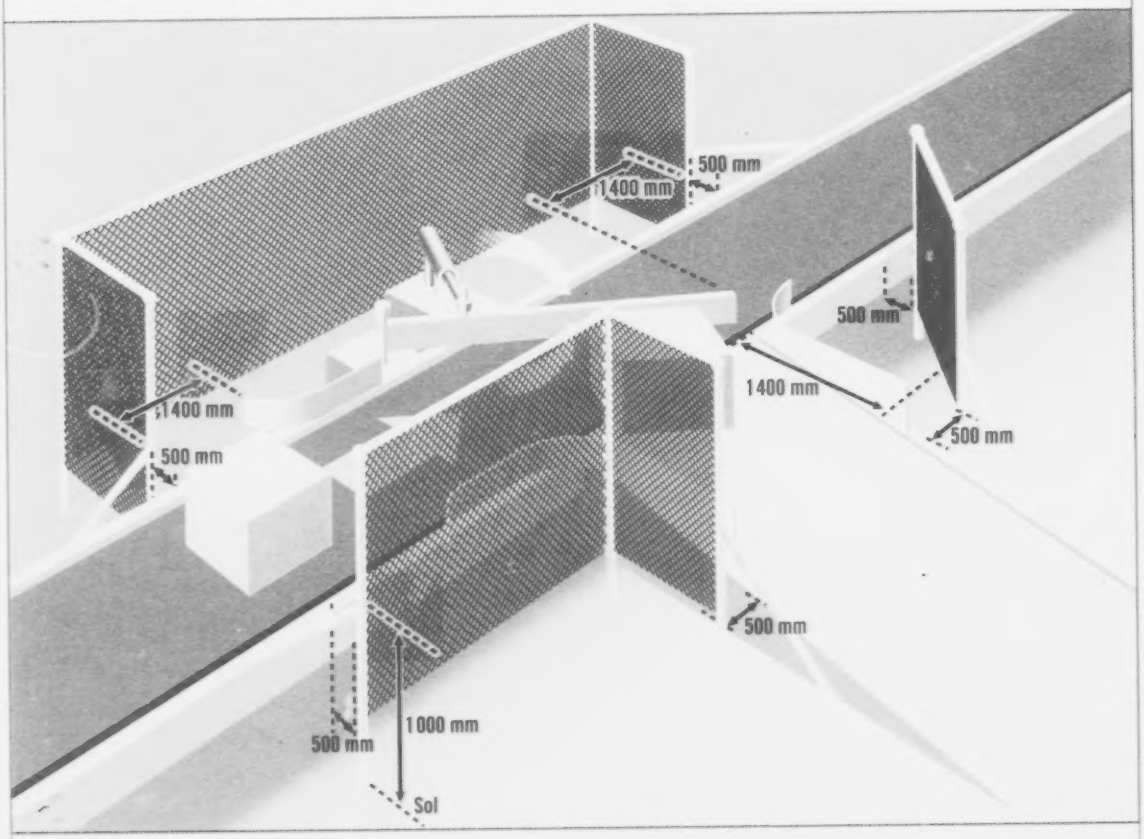
CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Écrasement et cisaillement

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)

Protecteur fixe enveloppant ou de maintien à distance (figure 2-40)



Remarques Il faut respecter les distances de sécurité entre la charge et le protecteur afin de ne pas ajouter de risque de coincement :

Si le corps entier peut être entraîné : espace de 500 mm au minimum ;
Si les bras peuvent être entraînés : espace de 120 mm au minimum ;
Si les jambes peuvent être entraînées : espace de 180 mm au minimum.

2.6.8 Sous-ensemble en mouvement

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Poussoirs, butoirs, éjecteurs, dispositifs d'aiguillage

CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Écrasement et cisaillement

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)

Protecteur fixe enveloppant ou de maintien à distance (figure 2-40)

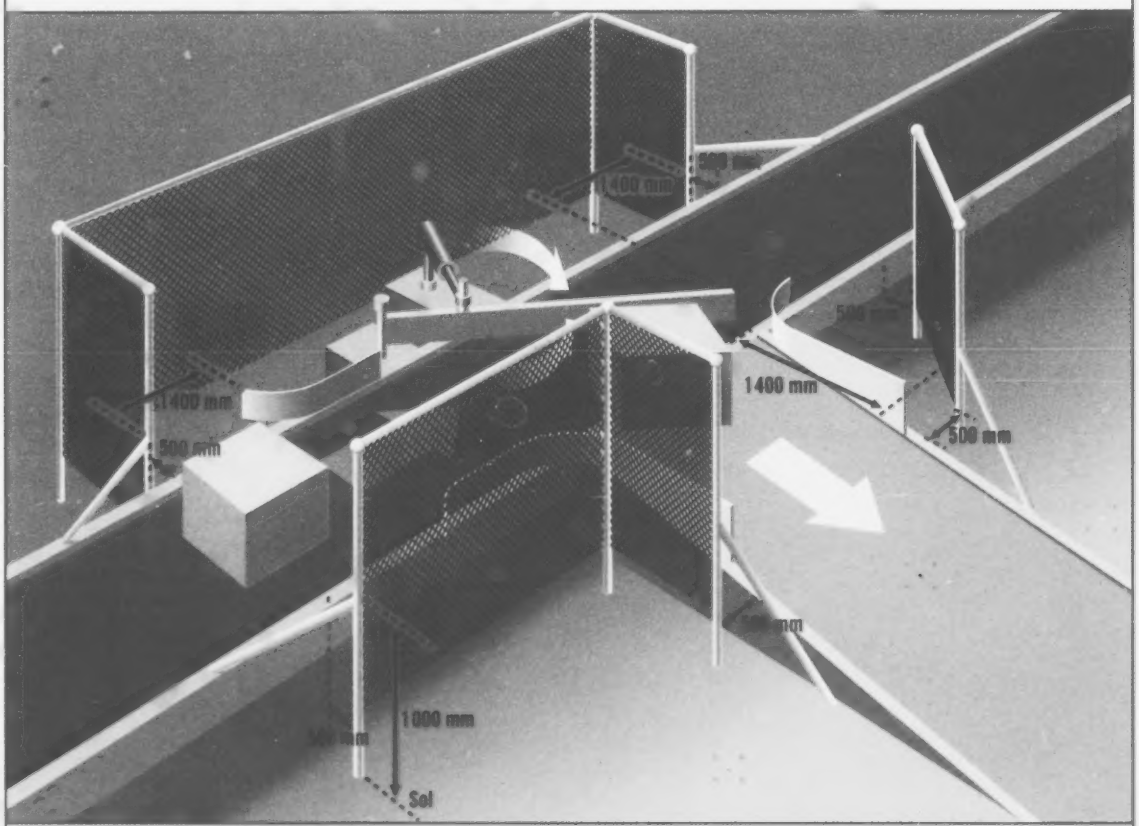


FIGURE 2-40 EXEMPLE DE PROTECTEURS DE MAINTIEN À DISTANCE POUR ÉJECTEUR

Remarques Il faut respecter les distances de sécurité entre la charge et le protecteur afin de ne pas ajouter de risque de coincement :

Si le corps entier peut être entraîné : espace de 500 mm au minimum ;
Si les bras peuvent être entraînés : espace de 120 mm au minimum ;
Si les jambes peuvent être entraînées : espace de 180 mm au minimum.

2.6.9 Convoyeur mobile

PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Déplacement vertical et/ou horizontal

CONSÉQUENCES DU PHÉNOMÈNE DANGEREUX

Écrasement, entraînement, coincement

MESURE DE PROTECTION

(SI LE PHÉNOMÈNE DANGEREUX EST À MOINS DE 2,5 M DU PLANCHER OU DE LA PLATE-FORME DE TRAVAIL)

Selon le résultat de l'analyse du risque : protecteur de maintien à distance, dispositif dissuasif ou indication au sol (ou par une signalisation) de la zone de déplacement du convoyeur mobile (figure 2-41)
Il est aussi possible d'utiliser des dispositifs électroniques de sécurité (détecteur surfacique, etc.)

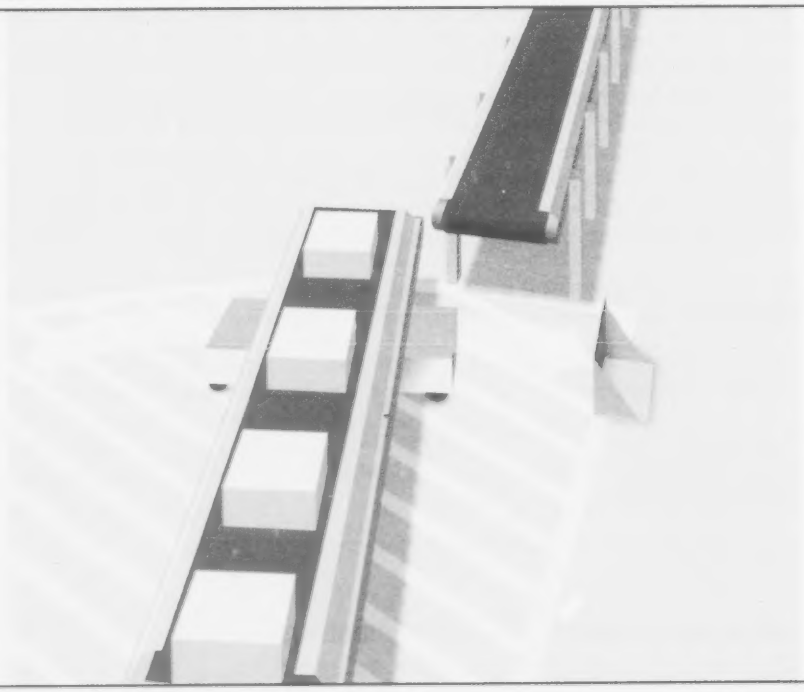


FIGURE 2-41 CONVOYEUR MOBILE

Remarque Il faut prendre en compte les positions limites du convoyeur avant d'appliquer les mesures de protection.

3 Mesures de protection contre les autres phénomènes dangereux

3.1 Phénomènes dangereux résultant du non-respect des principes ergonomiques

Les équipements doivent être conçus de manière ergonomique afin que les opérateurs ou les autres intervenants n'aient pas à adopter une posture contraignante ou qui nécessite des efforts excessifs ou répétés.

Les dispositifs de commande doivent être regroupés à proximité des postes de travail de manière que l'opérateur ou l'intervenant puisse y avoir accès aisément. Ils doivent être situés en dehors des zones dangereuses afin que leur actionnement ne crée pas de risques et ne nécessite pas le franchissement d'une zone dangereuse pour y accéder. Afin d'éviter des mises en marche intempestives dangereuses, ces dispositifs doivent être disposés et protégés de manière à empêcher qu'ils puissent être actionnés involontairement [Référence 14].

Il convient d'assurer à chaque poste d'opération ou d'intervention un niveau d'éclairement adéquat compte tenu du type de travail à exécuter et de la nature du poste (article 125 du RSST).

3.2 Phénomènes dangereux d'origine thermique

Lorsque les produits transportés ou une partie quelconque de l'équipement sont susceptibles de provoquer des brûlures, il faut prendre l'une des dispositions suivantes :

- prévenir tout contact avec les charges transportées ou avec des surfaces chaudes ou très froides au moyen d'écrans, de protecteurs fixes enveloppants ou de protecteurs fixes de maintien à distance ;
- limiter la température des surfaces chaudes.

3.3 Phénomènes dangereux d'origine électrique

L'équipement électrique des convoyeurs doit être conforme au *Code de l'électricité du Québec*. Cet équipement inclut les matériaux, accessoires, dispositifs, appareils, fixations et appareillages utilisés comme composants de l'installation électrique du convoyeur ou de concert avec elle, y compris les moyens de séparation de l'alimentation en énergie.

Dans les mines, l'équipement électrique doit de plus être conforme aux exigences de la norme CAN/CSA-M421-93 [Référence 15], en particulier à celles du chapitre portant sur les convoyeurs.

3.4 Phénomènes dangereux dus aux incendies et aux explosions

L'utilisation de convoyeurs présente des risques d'incendie et d'explosion, risques induits tant par le convoyeur lui-même que par le matériau transporté (ex. : transport de poussières combustibles). Ces risques peuvent être amplifiés par les tunnels ou « l'effet de cheminée ». Les moyens à mettre en œuvre pour prévenir ces risques sont décrits dans les articles de la section VIII du RSST et dans l'article 374 du RSSM.

Dans les mines souterraines, les risques d'incendie ou d'explosion reliés aux courroies peuvent avoir des conséquences particulièrement graves. Les courroies doivent être conformes aux exigences de la norme CAN/CSA-M422-M87 [Référence 16].

4 Mesures de protection contre les défaillances ou les dysfonctionnements des systèmes de commande

4.1 Mise en marche

La mise en marche d'un appareil doit nécessiter une action volontaire. Il faut donc empêcher que tout équipement puisse être mis en marche par [Référence 14]:

- la fermeture d'un protecteur;
- l'actionnement d'un sélecteur de mode de fonctionnement;
- la remise en fonction du dispositif d'arrêt d'urgence;
- le réarmement d'un dispositif de protection thermique.

Si un convoyeur est destiné à approvisionner d'autres convoyeurs, son démarrage doit être coordonné avec ces derniers à l'aide de dispositifs de verrouillage appropriés. Ces dispositifs doivent assurer un démarrage séquentiel adéquat et empêcher que des convoyeurs puissent être alimentés s'ils ne fonctionnent pas ou sont déjà remplis [Référence 7].

Pour les convoyeurs à démarrage automatique ou à démarrage à distance ainsi que pour les installations dans lesquelles l'opérateur ou l'intervenant ne peut voir l'ensemble du convoyeur, un dispositif d'avertissement visuel ou sonore doit être déclenché avant que des mouvements dangereux se produisent (articles 191 du RSST et 373.6 du RSSM).

Afin d'éliminer les possibilités de mise et de remise en marche intempestive, les dispositifs de commande à deux positions stables (marche/arrêt) doivent être remplacés par des dispositifs de commande à impulsion autoalimentés ou monostables. Ces dispositifs ramènent la commande en position hors circuit en cas de panne de courant ou de défaillance du convoyeur.

4.2 Arrêt général

Il s'agit de mettre à la disposition des opérateurs et des intervenants les moyens d'interrompre le fonctionnement de tout équipement dans des conditions sûres, en garantissant notamment que l'équipement ne pourra se remettre en marche de façon intempestive.

La commande d'arrêt général n'est pas destinée à faire disparaître une situation dangereuse en train de survenir, ce qui est le rôle de l'arrêt d'urgence. L'ordre d'arrêt doit avoir priorité sur les ordres de mise en marche.

4.3 Arrêt d'urgence

Selon l'article 270 du RSST, *le dispositif d'arrêt d'urgence dont est pourvu un convoyeur auquel ont accès les travailleurs comporte plusieurs dispositifs de commande placés aux postes de chargement et de déchargement ainsi qu'en d'autres points du parcours du convoyeur. Ces dispositifs possèdent de plus les caractéristiques suivantes:*

1° Ils sont situés bien en vue;

2° ils s'actionnent en une seule opération;

3° ils sont clairement identifiés.

Les dispositifs d'arrêt d'urgence devraient aussi être à ouverture forcée (symbole illustré à la figure 2-42) et à action positive.

FIGURE 2-42 SYMBOLE NORMALISÉ SERVANT À DÉSIGNER LES DISPOSITIFS À OUVERTURE FORCÉE

Les dispositifs d'arrêt d'urgence doivent être installés à une hauteur comprise entre 0,6 et 1,7 m et être constitués [Référence 7] :

- d'un ou de plusieurs interrupteurs à bouton-poussoir installés de telle manière qu'on puisse en atteindre au moins un à une distance maximale de 10 m de tout point accessible de l'équipement ;
- d'un ou de plusieurs câbles d'arrêt d'urgence disposés sur toute la longueur de l'installation (mesure obligatoire dans le cas des mines lorsque les travailleurs peuvent y avoir accès pendant qu'elle est en marche [article 373.5 du RSSM]) ;
- d'un dispositif de coupure de l'alimentation du convoyeur, si la distance à parcourir entre un point accessible quelconque de l'équipement et le dispositif de coupure est inférieure à 10 m.

Un dispositif d'arrêt d'urgence doit permettre d'arrêter un équipement dans les meilleures conditions possibles, c'est-à-dire par une décélération optimale des éléments mobiles provoquée :

- par l'interruption immédiate de l'alimentation en énergie des moteurs ;
- par un arrêt contrôlé : les moteurs restent alimentés afin d'amener progressivement l'équipement à l'arrêt et l'alimentation est interrompue lorsque l'équipement s'arrête.

La remise en fonction du dispositif d'arrêt d'urgence ne doit pas provoquer à elle seule la mise en marche du convoyeur, sauf si le convoyeur est à mouvement lent et que les travailleurs peuvent y avoir accès de façon sécuritaire (article 270 du RSST). De plus, cette remise en fonction doit être confirmée par une action manuelle distincte et délibérée (réarmement manuel).

L'arrêt d'urgence doit avoir priorité sur toutes les autres commandes et ne doit pas créer de situation dangereuse telle que le déversement du produit transporté. Le dispositif d'arrêt d'urgence d'un convoyeur doit également interrompre le fonctionnement des convoyeurs situés en amont et en aval si leur fonctionnement constitue alors un danger pour la sécurité des travailleurs (article 193 du RSST). L'arrêt d'urgence ne doit pas être utilisé comme un moyen de provoquer l'arrêt général du convoyeur.

Il convient de se rappeler que l'installation d'un dispositif d'arrêt d'urgence ne remplace pas celle des dispositifs de protection appropriés. L'arrêt d'urgence ne doit pas non plus remplacer le cadenassage de l'équipement pendant des interventions nécessitant l'accès à des zones dangereuses.

Pour plus de renseignements sur les caractéristiques fonctionnelles des dispositifs d'arrêt d'urgence, voir les normes ISO 13850 [Référence 17] et NF EN 60947-5-5 [Référence 18].

4.4 Dispositif d'arrêt d'urgence à câble

Selon l'article 373.5 du RSSM, *tout convoyeur doit: être muni d'un dispositif d'arrêt d'urgence sur toute sa longueur entre la poulie de tête* (tambour de tête) *et la poulie de renvoi* (tambour de queue), *lorsque les travailleurs peuvent y avoir accès pendant qu'il est en marche (...).* Ainsi, dans les mines, le dispositif d'arrêt d'urgence doit prendre la forme d'un câble longeant le convoyeur.

Dans les autres cas, l'utilisation de câbles n'est pas obligatoire dans la mesure où un autre type de dispositif de commande d'arrêt d'urgence est installé conformément à l'article 270 du RSST.

L'installation des dispositifs d'arrêt d'urgence à câble métallique gainé doit être telle que l'interrupteur associé est actionné si le câble est tiré dans un sens quelconque ou s'il se rompt. La défaillance d'un ressort doit également provoquer un arrêt d'urgence.

Le dispositif d'arrêt à câble doit être enclenché par l'application d'une force horizontale inférieure à 125 N sur le câble, à mi-distance entre deux anneaux de support et perpendiculairement au câble. Le mouvement latéral du câble (entre la position d'arrêt et celle d'actionnement) ne doit pas excéder 300 mm [Référence 7].

Le câble doit résister à une force de traction 10 fois supérieure à la force de traction perpendiculaire nécessaire pour produire le signal d'arrêt d'urgence [Référence 18].

Il faut aussi s'assurer que le câble peut se déplacer librement sur ses supports, en particulier lors des changements de direction. Les câbles utilisés ne doivent pas présenter de tortillement et ne doivent pas risquer de se tortiller en cours d'utilisation.

Si la largeur de la courroie est égale ou inférieure à 800 mm, il est possible d'utiliser un seul câble central au-dessus de la courroie [Référence 19].

La longueur maximale et les autres caractéristiques du câble doivent être conformes aux recommandations du fournisseur (protection des anneaux de support et des poulies, prévention du gel, changements de longueur dus aux variations de température, etc.).

Il est également possible d'utiliser un câble sensible qui s'actionne par une pression, une compression, une torsion ou une traction, ce qui convient mieux aux parcours complexes et aux environnements poussiéreux ou comportant des vibrations.

5 Mesures de protection contre les phénomènes dangereux lors des interventions de maintenance

Un guide intitulé *Sécurité des convoyeurs à courroie : guide du concepteur* fournit des renseignements supplémentaires sur le sujet. On y traite de l'incidence des facteurs de conception sur la sécurité. Il permet de comprendre les défaillances des convoyeurs et de faire le diagnostic et suggère aussi des solutions. Ce second guide contient aussi un arbre des fautes qui permet d'établir une relation entre les défaillances et les accidents.

5.1 Principes généraux

Les équipements doivent être conçus, dans la mesure du possible, de manière à ce que les interventions de maintenance (réglage, graissage, inspection, nettoyage, déblocage, débourrage, etc.) puissent être faites en dehors des zones dangereuses. Ainsi, tous les points de lubrification et de réglage doivent être accessibles sans qu'il faille démonter les protecteurs.

Lorsqu'il est nécessaire d'ouvrir ou de retirer des protecteurs ou encore de neutraliser un dispositif de protection pour effectuer des interventions de maintenance, il faut prévoir des mesures pour assurer la protection des travailleurs dans les zones devenues dangereuses. Ces mesures doivent être conformes aux articles 185 et 186 du RSST.

Selon l'article 185, *avant d'entreprendre tout travail de maintenance, de réparation ou de déblocage dans la zone dangereuse d'une machine, les mesures de sécurité suivantes doivent être prises sous réserve des dispositions de l'article 186 :*

1° la mise en position d'arrêt du dispositif de commande de la machine ;

2° l'arrêt complet de la machine ;

3° le cadenassage, par chaque personne exposée au danger, de toutes les sources d'énergie de la machine, de manière à éviter toute mise en marche accidentelle de la machine pendant la durée des travaux.

5.2 Cadenassage

L'objectif du cadenassage[8] est de permettre aux travailleurs d'intervenir sur le convoyeur et ses équipements associés (butoirs, éjecteur, etc.) sans risque, notamment pour la maintenance (entretien, réparation, nettoyage, etc.).

Le cadenassage d'un équipement comporte essentiellement :

- la mise à l'arrêt de l'équipement ;
- la coupure de toutes ses sources d'énergie : électrique, pneumatique, hydraulique, mécanique et thermique ;
- la dissipation des énergies accumulées (purge des réservoirs, dépose de contrepoids, détente de ressorts, etc.) et la vérification de l'absence d'énergie ;
- le verrouillage (cadenas, etc.) des dispositifs de coupure par chaque intervenant qui se rend dans la zone d'intervention ;
- la vérification de la coupure (ex. : essai de démarrage).

8. Voir le document ED 754 [20] publié par l'INRS, la norme ANSI Z244.1 [21] ou la future norme canadienne CSA Z460. Il existe aussi plusieurs ouvrages de référence publiés par différentes associations au Québec.

5.3 Dispositions concernant les interventions de maintenance dans la zone dangereuse d'un convoyeur en marche

L'article 186 du RSST stipule que *lorsqu'un travailleur doit accéder à la zone dangereuse d'une machine à des fins de réglage, de déblocage, de maintenance, d'apprentissage ou de réparation, incluant la détection d'anomalie de fonctionnement, et que, pour ce faire, il doit déplacer ou retirer un protecteur ou neutraliser un dispositif de protection, la machine ne doit pouvoir être mise en marche qu'au moyen d'un mode de commande manuel ou que conformément à une procédure sécuritaire spécifiquement prévue pour permettre un tel accès. Ce mode de commande manuel ou cette procédure doit présenter les caractéristiques suivantes :*

1° il rend inopérant, selon le cas, tout autre mode de commande ou toute autre procédure ;

2° il ne permet le fonctionnement des éléments dangereux de la machine que par l'intermédiaire d'un dispositif de commande nécessitant une action continue ou un dispositif de commande bimanuel ;

3° il ne permet le fonctionnement de ces éléments dangereux que dans des conditions de sécurité accrue, par exemple, à vitesse réduite, à effort réduit, pas à pas ou par à-coups.[9]

Pour que ces dernières mesures soient efficaces, compte tenu des risques élevés présentés par les convoyeurs, elles doivent être précisées par les recommandations suivantes :

- Le dispositif de commande, incluant le dispositif de commande bimanuel, nécessite une action maintenue ;
- Le dispositif de commande utilisé par l'intervenant a priorité sur tous les autres dispositifs de commande de la machine ;
- Les interventions de maintenance effectuées à plusieurs permettent de réduire certains risques, mais elles augmentent fortement les risques liés à la commande des machines. Il convient dans ce cas d'établir une procédure claire de communication entre les intervenants ;
- Il est interdit d'utiliser une télécommande sans fil pour actionner le dispositif de commande ;
- Le câble de commande doit permettre de voir la zone dangereuse, mais en interdire l'accès.

5.4 Sommaire des exigences en matière de protection pour les interventions de maintenance

Le tableau 2-4 résume les mesures de protection exigées pour les principales interventions de maintenance effectuées sur un convoyeur à courroie ou à proximité.

9. L'actionnement d'un dispositif de commande de marche par à-coups permet seulement le déplacement limité d'un élément de machine ; tout nouveau mouvement est exclu jusqu'à ce que la commande soit relâchée, puis actionnée de nouveau.

TABLEAU 2-4 EXIGENCES EN MATIÈRE DE PROTECTION POUR LES PRINCIPALES INTERVENTIONS DE MAINTENANCE

INTERVENTION DE MAINTENANCE	MESURES DE PROTECTION
Réparation **Changement d'une pièce mécanique, électrique, hydraulique ou pneumatique du convoyeur ou d'un équipement associé**	Cadenassage du convoyeur et/ou de l'équipement associé.
Remplacement de la courroie et exécution d'une épissure	Cadenassage et application d'une procédure écrite sécuritaire. Voir aussi les points 2.11.1 et 2.11.2 du document intitulé *Sécurité des convoyeurs à courroie : guide du concepteur* au sujet des outils et des aménagements nécessaires.
Soudage et coupage[10]	Cadenassage si le convoyeur est situé sous la zone de soudure. Cadenassage si la zone dangereuse non protégée la plus proche est située à moins de 2 500 mm de la zone de travail.
Réglage et ajustement	Autorisé en tout temps dans la mesure où les points de réglage se situent à l'extérieur de la zone dangereuse (ex.: réglage du grattoir, des tambours, du dispositif de tension). Cadenassage si les points de réglage se trouvent à l'intérieur de la zone dangereuse. Application des dispositions décrites au point 5.3 (interdit pour les grattoirs et les tambours).
Graissage et huilage (lubrification)	Autorisé en tout temps dans la mesure où les points de graissage se situent à l'extérieur de la zone dangereuse. Cadenassage si les points de graissage se trouvent à l'intérieur de la zone dangereuse.
Nettoyage du plancher sous le convoyeur ou autour et dépose du matériel ramassé sur la courroie	Autorisé en tout temps dans la mesure où la zone dangereuse est protégée par un protecteur. De plus, une attention particulière doit être portée à l'espace se trouvant sous une courroie inclinée située à moins de 2,5 m du sol (analyse du risque causé par la courroie). Rappel : Une ouverture de 300 mm de haut devrait être laissée au niveau du sol pour faciliter le nettoyage. Cadenassage si la zone dangereuse n'est pas protégée par un protecteur. Application des dispositions décrites au point 5.3 si le convoyeur doit fonctionner. Note – Pour la dépose fréquente de matériel sur le convoyeur en marche, un poste d'opération doit être aménagé.
Nettoyage des éléments du convoyeur (tambours, rouleaux, bâti, etc.) ou intervention sur ces derniers	Cadenassage Autorisé en marche : • Si le nettoyage se fait au moyen d'un jet automatisé (jet d'air ou d'eau) ; ou • Selon les dispositions décrites au point 5.3.

10. Voir aussi le point 3.4 pour les risques d'incendie et d'explosion.

Vérification, inspection	Inspection visuelle et auditive : permise en tout temps si l'intervenant reste en dehors de la zone dangereuse. Si le convoyeur doit être en marche et qu'il faut entrer en contact avec un de ses éléments (ex. : mesure des vibrations), le point où se prend la mesure doit être protégé par un protecteur. Si le convoyeur doit être en marche et qu'il faut déplacer un protecteur, application des dispositions du point 5.3. Cadenassage dans tous les autres cas (ex. : mesure des jeux mécaniques).
Débourrage, déblocage[11]	Cadenassage Autorisé en marche selon les dispositions décrites au point 5.3.
Toutes autres situations non mentionnées ci-dessus	Cadenassage en tout temps.

11. Le débourrage peut entraîner de nouveaux risques particuliers qu'il faut analyser avant de commencer le travail (risque de chute dans la trémie, etc.).

6 Formation des opérateurs et des préposés à la maintenance

Tous les opérateurs et préposés à la maintenance qui ont à travailler avec un convoyeur ou à proximité doivent être informés des règles de sécurité à respecter et des conséquences possibles des pratiques dangereuses. L'ensemble des procédures et des instructions relatives à la sécurité doit être documenté.

6.1 Formation des opérateurs

Seuls les opérateurs autorisés doivent assurer la mise en marche, le fonctionnement ou l'interruption du fonctionnement normal de l'équipement. Les opérateurs doivent recevoir des instructions portant entre autres sur :

- la mise en marche du convoyeur ;
- les dispositifs d'arrêt normal et d'arrêt d'urgence ;
- les vérifications nécessaires avant la remise en marche du convoyeur à la suite d'un arrêt d'urgence ou d'un arrêt accidentel ;
- la façon d'alimenter le convoyeur afin d'éviter des surcharges.

6.2 Formation des préposés à la maintenance

Les interventions de maintenance doivent quant à elles être effectuées par des préposés possédant les connaissances et les compétences techniques appropriées. Les préposés doivent être informés des conditions dans lesquelles les différentes interventions de maintenance doivent être effectuées. Ils doivent entre autres recevoir une formation sur la procédure de cadenassage.

Lorsqu'il est prévu de démonter un protecteur ou un dispositif dissuasif, les préposés à la maintenance doivent recevoir des instructions détaillées au sujet de l'exécution de ces travaux ainsi que sur la façon de remonter ou de remettre le protecteur ou le dispositif. Les travailleurs et l'employeur ont le devoir de vérifier si tous les protecteurs ou dispositifs dissuasifs ont été remis en place à la fin de l'intervention de maintenance.

ANNEXES

Annexe A Conception des protecteurs

Cette annexe ne traite que des aspects liés à la conception et à l'ergonomie des protecteurs. Pour des renseignements sur les principaux types de protecteurs et de dispositifs dissuasifs, leurs applications, leur choix et leurs dimensions, voir les points 1 et 2 de la deuxième section de ce guide. Pour des renseignements détaillés concernant la construction des protecteurs et le choix des matériaux à utiliser, voir la norme EN 953 [Référence 11].

La conception et la construction des protecteurs doivent prendre en compte tous les aspects prévisibles de leur utilisation. Les protecteurs ne doivent pas être à l'origine de nouveaux phénomènes dangereux.

Il importe notamment de respecter les principes ergonomiques guidant la conception des protecteurs afin d'améliorer la sécurité des personnes et de réduire les efforts physiques qu'elles fournissent. Ainsi, les parties amovibles des protecteurs doivent être conçues de sorte que leurs dimensions et leur poids en facilitent la manipulation. À cette fin, il est souhaitable que les protecteurs soient articulés (figure A-1) ou installés avec des charnières.

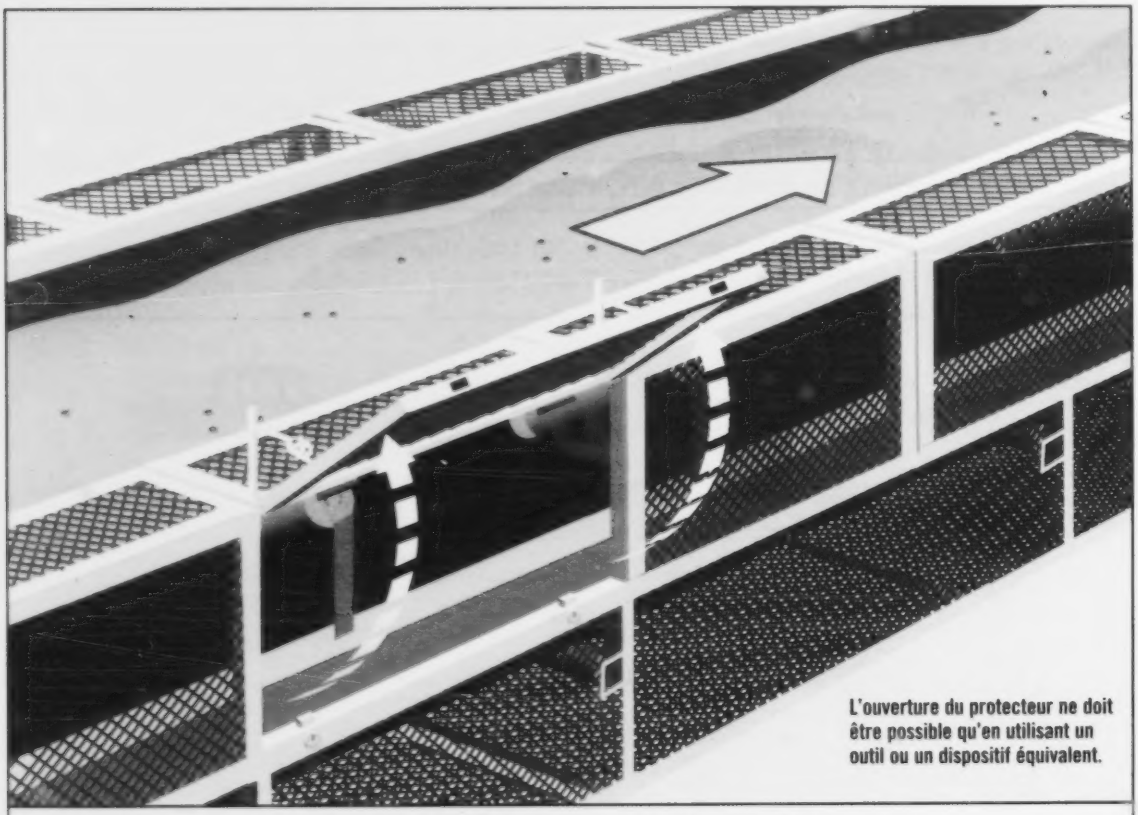


FIGURE A-1 EXEMPLE DE PROTECTEUR FIXE AVEC DES CHARNIÈRES

Le démontage et le remontage du protecteur doivent pouvoir se faire rapidement en utilisant, par exemple, une serrure à ouverture par quart de tour actionnée par un outil spécial (voir la figure A-2). Idéalement, le protecteur devrait se verrouiller automatiquement lorsqu'il est refermé.

Pour réduire autant que possible le nombre de démontages, les protecteurs doivent être construits de manière à permettre de bien voir les éléments protégés. Pour cela, il est suggéré de peindre le grillage du protecteur dans une couleur sombre (noir mat ou gris charbon) et le cadre du protecteur dans une couleur vive. De plus, si les parties dangereuses d'une machine sont peintes dans une couleur vive contrastante, l'attention sera attirée sur la zone dangereuse lorsque le protecteur sera ouvert ou démonté.

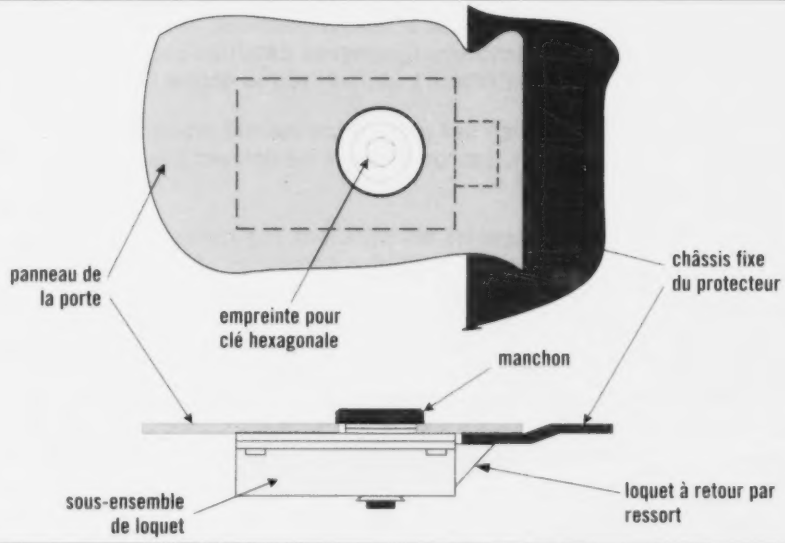


FIGURE A-2 EXEMPLE DE SERRURE À OUVERTURE PAR QUART DE TOUR

Les fixations devraient rester solidaires du protecteur. Cette solution évite de perdre les fixations et d'oublier ensuite de les remplacer (voir la figure A-3).

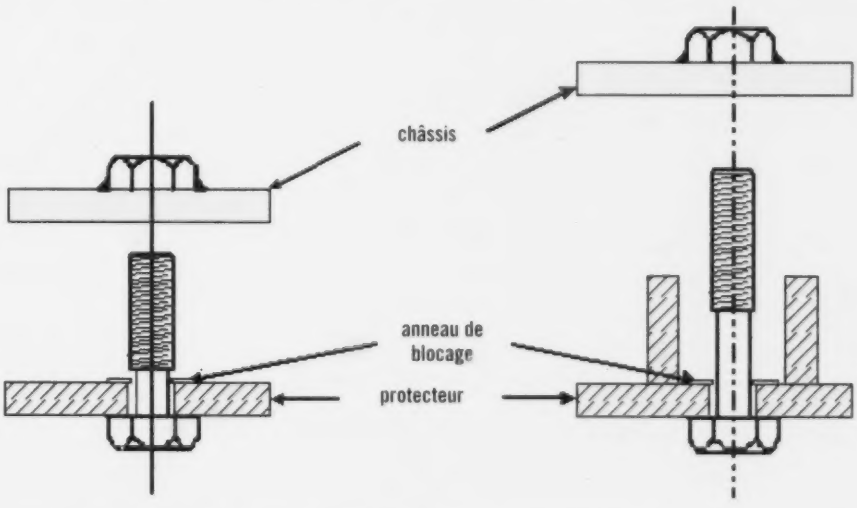


FIGURE A-3 EXEMPLES DE FIXATIONS IMPERDABLES

Annexe B Exemples d'utilisation du tableau 2-2
(Distances à respecter dans le cas des protecteurs fixes de maintien à distance)

Exemple 1 Calcul de la hauteur « b » d'un protecteur

Données initiales

La hauteur « a » de la zone dangereuse est de 1 500 mm et sa distance horizontale « c » par rapport au protecteur envisagé est de 700 mm.

Raisonnement

Il faut toujours choisir le protecteur assurant la plus grande sécurité.

Puisque la hauteur « a » de la zone dangereuse ne figure pas dans le tableau 2-2, il faut considérer la hauteur « a » inférieure la plus proche (1 400 mm) et la hauteur « a » supérieure la plus proche (1 600 mm).

Il faut ensuite trouver, pour chacune de ces deux hauteurs « a », dans quel intervalle du tableau 2-2 se situe la distance « c » horizontale de 700 mm ainsi que la hauteur « b » du protecteur correspondant à cet intervalle :

- Lorsqu'une zone dangereuse se trouve à une hauteur « a » de 1 400 mm et à une distance horizontale « c » comprise entre 100 et 800 mm, la hauteur « b » du protecteur doit être d'au moins 1 800 mm.
- Lorsqu'une zone dangereuse se trouve à une hauteur « a » de 1 600 mm et à une distance horizontale « c » comprise entre 500 et 900 mm, la hauteur « b » du protecteur doit être d'au moins 1 800 mm.

Il faut finalement choisir le protecteur assurant la plus grande sécurité. Dans cet exemple, on obtient dans les deux cas une hauteur « b » minimale de 1 800 mm.

Solution

La hauteur minimale « b » du protecteur fixe de maintien à distance est donc de 1 800 mm lorsque la hauteur « a » de la zone dangereuse est de 1 500 mm et que sa distance horizontale « c » par rapport au protecteur est de 700 mm (voir la figure B-1).

Extrait du tableau 2-2 – Exemple 1

Hauteur de la zone dangereuse a (mm)	Hauteur de la structure de protection b (mm)			
	1 400	1 600	1 800	2 000
	Distance horizontale par rapport à la zone dangereuse c (mm)			
2 400	100	100	100	100
2 200	500	500	400	350
1 000	700	600	500	350
1 800	900	900	600	
1 600	900	900	500	
1 400	900	800	100	
1 200	900	500		

Exemple 1 Calcul de la hauteur « b » d'un protecteur

Données initiales

La hauteur « a » de la zone dangereuse est de 1 500 mm et sa distance horizontale « c » par rapport au protecteur envisagé est de 700 mm.

Raisonnement

Il faut toujours choisir le protecteur assurant la plus grande sécurité.

Puisque la hauteur « a » de la zone dangereuse ne figure pas dans le tableau 2-2, il faut considérer la hauteur « a » inférieure la plus proche (1 400 mm) et la hauteur « a » supérieure la plus proche (1 600 mm).

Il faut ensuite trouver, pour chacune de ces deux hauteurs « a », dans quel intervalle du tableau 2-2 se situe la distance « c » horizontale de 700 mm ainsi que la hauteur « b » du protecteur correspondant à cet intervalle :

- Lorsqu'une zone dangereuse se trouve à une hauteur « a » de 1 400 mm et à une distance horizontale « c » comprise entre 100 et 800 mm, la hauteur « b » du protecteur doit être d'au moins 1 800 mm.

- Lorsqu'une zone dangereuse se trouve à une hauteur « a » de 1 600 mm et à une distance horizontale « c » comprise entre 500 et 900 mm, la hauteur « b » du protecteur doit être d'au moins 1 800 mm.

Il faut finalement choisir le protecteur assurant la plus grande sécurité. Dans cet exemple, on obtient dans les deux cas une hauteur « b » minimale de 1 800 mm.

Solution

La hauteur minimale « b » du protecteur fixe de maintien à distance est donc de 1 800 mm lorsque la hauteur « a » de la zone dangereuse est de 1 500 mm et que sa distance horizontale « c » par rapport au protecteur est de 700 mm (voir la figure B-1).

Extrait du tableau 2-2 – Exemple 1

Hauteur de la zone dangereuse a (mm)	Hauteur de la structure de protection b (mm)			
	1 400	1 600	1 800	2 000
	Distance horizontale par rapport à la zone dangereuse c (mm)			
2 400	100	100	100	100
2 200	500	500	400	350
1 000	700	600	500	350
1 800	900	900	600	
1 600	900	900	500	
1 400	900	800	100	
1 200	900	500		

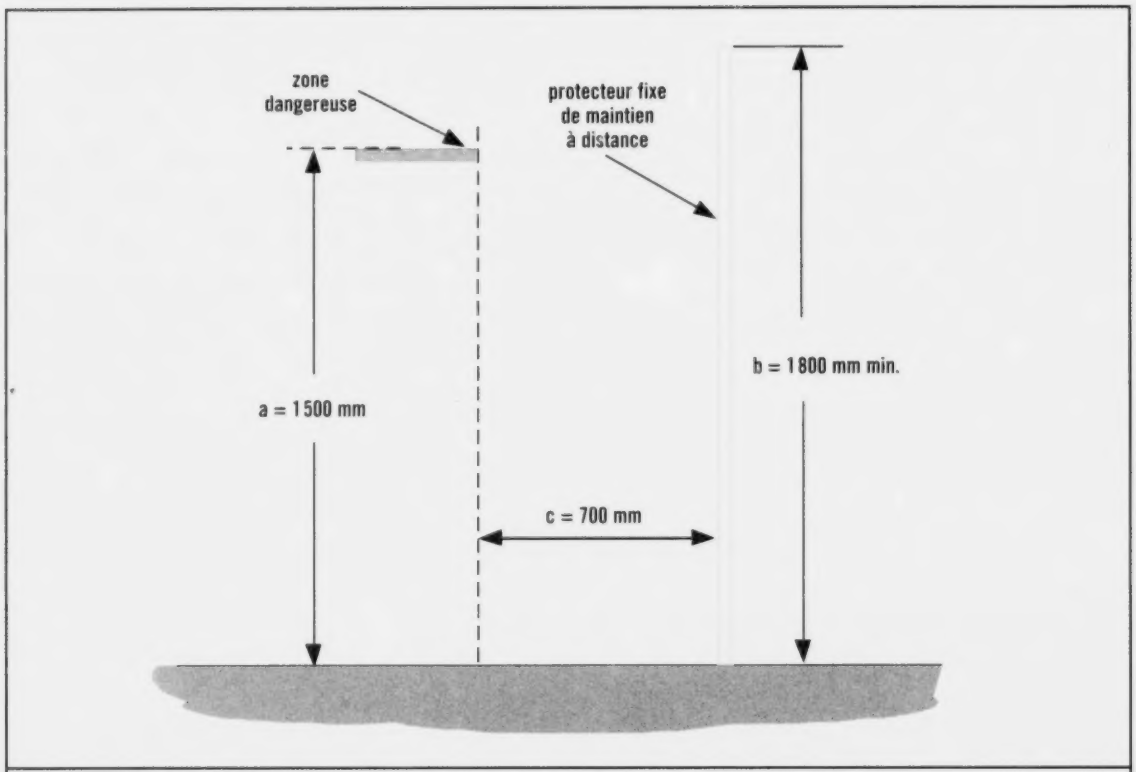


FIGURE B-1 PROTECTEUR FIXE DE MAINTIEN À DISTANCE – EXEMPLE 1

Il est à noter que si la distance horizontale « c » entre la zone dangereuse et le protecteur envisagé est supérieure à 900 mm, la hauteur minimale du protecteur pourrait être de 1 400 mm.

EXTRAIT DU TABLEAU 2-2 – EXEMPLE 1 (SUITE)

Hauteur de la zone dangereuse a (mm)	Hauteur de la structure de protection b (mm)			
	1400	1600	1800	2000
	Distance horizontale par rapport à la zone dangereuse c (mm)			
2400	100	100	100	100
2200	500	500	400	350
2000	700	600	500	350
1800	900	900	600	
1600	900	900	500	
1400	900	800	100	
1200	900	500		

Exemple 2 Calcul de la distance horizontale « c » entre le protecteur et la zone dangereuse

Données initiales

La hauteur « b » du protecteur est de 1 500 mm et la hauteur « a » de la zone dangereuse est de 2 100 mm.

Raisonnement

Dans le tableau 2-2, il faut considérer les distances « c » permises lorsque les protecteurs ont 1 400 et 1 600 mm de haut et que les zones dangereuses sont situées à 2 000 et 2 200 mm. Il faut ensuite retenir la distance la plus sécuritaire.

Solution

La distance horizontale « c » minimale entre la zone dangereuse et le protecteur est donc de 700 mm lorsque la hauteur « b » du protecteur est de 1 500 mm et que la hauteur « a » de la zone dangereuse est de 2 100 mm (voir la figure B-2).

Extrait du tableau 2-2 – Exemple 2

Hauteur de la zone dangereuse a (mm)	Hauteur de la structure de protection b (mm)			
	1 400	1 600	1 800	2 000
	Distance horizontale par rapport à la zone dangereuse c (mm)			
2 400	100	100	100	100
2 200	500	500	400	350
2 000	700	600	500	350
1 800	900	900	600	
1 600	900	900	500	
1 400	900	800	100	
1 200	900	500		

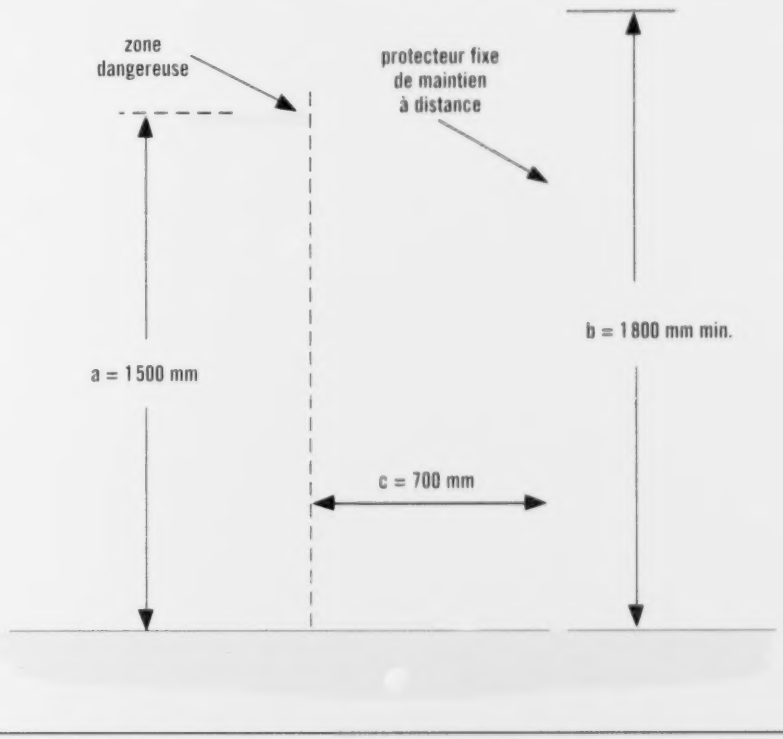


FIGURE B-1 PROTECTEUR FIXE DE MAINTIEN À DISTANCE – EXEMPLE 1

Il est à noter que si la distance horizontale « c » entre la zone dangereuse et le protecteur envisagé est supérieure à 900 mm, la hauteur minimale du protecteur pourrait être de 1 400 mm.

FORMAT DU TABLEAU B-2 – EXEMPLE 1 (mm)

Hauteur de la zone dangereuse a (mm)	Hauteur de la structure de protection b (mm)			
	1 400	1 600	1 800	2 000
	Distance horizontale par rapport à la zone dangereuse c (mm)			
2 400	100	100	100	100
2 200	500	500	400	350
2 000	700	600	500	350
1 800	900	900	600	
1 600	900	900	500	
1 400	900	800	100	
1 200	900	500		

Exemple 2 Calcul de la distance horizontale « c » entre le protecteur et la zone dangereuse

Données initiales

La hauteur « b » du protecteur est de 1 500 mm et la hauteur « a » de la zone dangereuse est de 2 100 mm.

Raisonnement

Dans le tableau 2-2, il faut considérer les distances « c » permises lorsque les protecteurs ont 1 400 et 1 600 mm de haut et que les zones dangereuses sont situées à 2 000 et 2 200 mm. Il faut ensuite retenir la distance la plus sécuritaire.

Solution

La distance horizontale « c » minimale entre la zone dangereuse et le protecteur est donc de 700 mm lorsque la hauteur « b » du protecteur est de 1 500 mm et que la hauteur « a » de la zone dangereuse est de 2 100 mm (voir la figure B-2).

Extrait du tableau 2-2 – Exemple 2

Hauteur de la zone dangereuse a (mm)	Hauteur de la structure de protection b (mm)			
	1 400	1 600	1 800	2 000
	Distance horizontale par rapport à la zone dangereuse c (mm)			
2 400	100	100	100	100
2 200	500	500	400	350
2 000	700	600	500	350
1 800	900	900	600	
1 600	900	900	500	
1 400	900	800	100	
1 200	900	500		

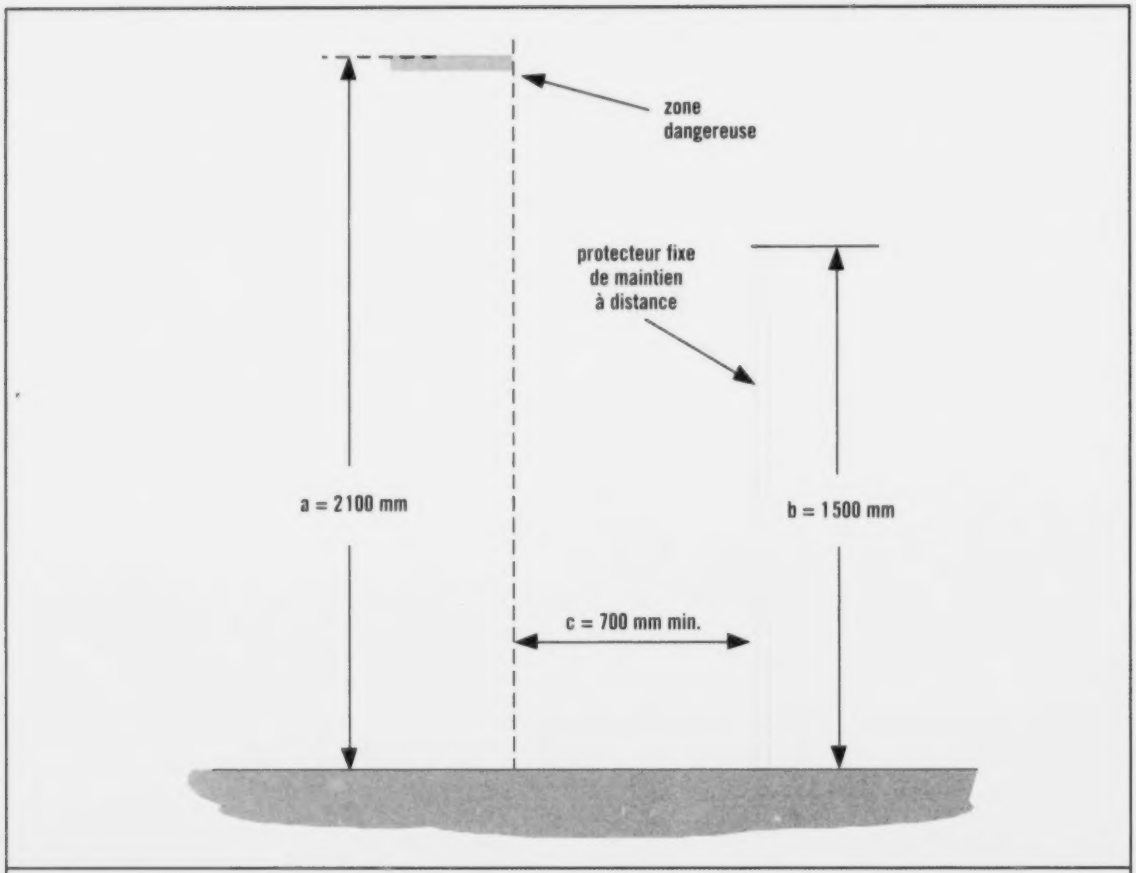


FIGURE B-2 PROTECTEUR FIXE DE MAINTIEN À DISTANCE – EXEMPLE 2

Exemple 3 Calcul de la hauteur « a » de la zone dangereuse

Données initiales

La hauteur « b » du protecteur est de 1 700 mm et la distance horizontale « c » par rapport à la zone dangereuse est de 550 mm.

Raisonnement

Il faut d'abord considérer les distances horizontales « c » admissibles lorsque les protecteurs ont 1 600 et 1 800 mm de haut. Les distances « c » admissibles étant plus grandes pour un protecteur de 1 600 mm de haut, on peut se baser uniquement sur ces chiffres, puisqu'il faut toujours retenir la distance la plus sécuritaire.

Il faut alors vérifier, parmi les valeurs de « c », lesquelles sont inférieures ou égales à 550 mm. La zone dangereuse peut être située aux hauteurs « a » correspondantes.

Solution

Ainsi, la zone dangereuse doit être située à moins de 1 200 mm ou à plus de 2 200 mm lorsque la hauteur « b » du protecteur est de 1 700 mm et que la distance horizontale « c » par rapport à la zone dangereuse est de 550 mm.

Dans les cas où aucune valeur ne figure dans le tableau 2-2 pour la distance « c », il faut utiliser la dernière valeur attribuée à « c » dans la colonne correspondante. Par exemple, dans le cas d'un protecteur d'une hauteur « b » de 1 600 mm, lorsque la zone dangereuse est située à une hauteur « a » inférieure à 1 000 mm, la distance horizontale « c » minimale est de 300 mm.

Par contre, si la zone dangereuse se situe à plus de 2 500 mm de hauteur, il n'est pas nécessaire d'installer un protecteur fixe de maintien à distance.

EXTRAIT DU TABLEAU 2-2 – EXEMPLE 3

Hauteur de la zone dangereuse a (mm)	Hauteur de la structure de protection b (mm)			
	1400	1600	1800	2000
	Distance horizontale par rapport à la zone dangereuse c (mm)			
2400	100	100	100	100
2200	500	500	400	350
2000	700	600	500	350
1800	900	900	600	
1600	900	900	500	
1400	900	800	100	
1200	900	500		
1000	900	300		
800	600			
600				
400				
200				
0				

Dans les cas où aucune valeur ne figure dans le tableau 2-2 pour la distance « c », il faut utiliser la dernière valeur attribuée à « c » dans la colonne correspondante. Par exemple, dans le cas d'un protecteur d'une hauteur « b » de 1 600 mm, lorsque la zone dangereuse est située à une hauteur « a » inférieure à 1 000 mm, la distance horizontale « c » minimale est de 300 mm.

Par contre, si la zone dangereuse se situe à plus de 2 500 mm de hauteur, il n'est pas nécessaire d'installer un protecteur fixe de maintien à distance.

Hauteur de la zone dangereuse a (mm)	Hauteur de la structure de protection b (mm)			
	1 400	1 600	1 800	2 000
	Distance horizontale par rapport à la zone dangereuse c (mm)			
2 400	100	100	100	100
2 200	500	500	400	350
2 000	700	600	500	350
1 800	900	900	600	
1 600	900	900	500	
1 400	900	800	100	
1 200	900	500		
1 000	900	300		
800	600			
600				
400				
200				
0				

RÉFÉRENCES

RÉFÉRENCES

Références

1. COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL (CSST). *Sécurité des machines : phénomènes dangereux – situations dangereuses – événements dangereux – dommages*, publication n° DC 900-337, 2002.

2. COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL (CSST). *Guide de prévention en milieu de travail : à l'intention de la petite et de la moyenne entreprise*, publication n° DC 200-16082-2, 2000.

3. GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*, décret 885-2001, s-2.1, r.19.01, juillet 2001. Disponible au Centre de documentation de la CSST (RJ-510071).

4. GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Règlement sur la santé et la sécurité du travail dans les mines*, s-2.1, r.19.01, juin 2002. Disponible au Centre de documentation de la CSST (RJ-510068).

5. GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Code de sécurité pour les travaux de construction*, s-2.1, r.6, août 2001. Disponible au Centre de documentation de la CSST (RJ-530000).

6. ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. CSA Z432-94, *Sécurité des machines*, 1994. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-001570).

7. AFNOR. NF EN 620, *Équipements et systèmes de manutention continue – Prescriptions de sécurité et de CEM pour les transporteurs fixes à courroie pour produits en vrac*, 2002. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-003033).

8. BRITISH STANDARD INSTITUTE. BS 7300, *Code of Practice for Safegarding of the Hazard Points on Troughed Belt Conveyors*, 1990. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-002753).

9. AFNOR. NF EN 294, *Sécurité des machines – Distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres supérieurs*, septembre 1992. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-120491).

10. COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION. EN 811, *Sécurité des machines – distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres inférieurs*, 1996. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-002202).

11. AFNOR. NF EN 953, *Sécurité des machines – Protecteurs – Prescriptions générales pour la conception et la construction des protecteurs fixes et mobiles*, décembre 1997. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-002266).

12. ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. ISO 14119, *Sécurité des machines – Dispositifs de verrouillage associés à des protecteurs, Principes de conception et de choix*, 1998. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-120715).

13. AFNOR. NF EN 292-1, *Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – partie 1 : Terminologie de base*, méthodologie, décembre 1991. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-001500).

14. CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES MÉCANIQUES. *Équipements de manutention continue pour charges isolées – Mise en conformité*, CETIM, 1996. Disponible au Centre de documentation de la CSST (MO-018973).

15. ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. CAN/CSA-M421-F00, *Utilisation de l'électricité dans les mines*, 2000.

16. ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION. CAN/CSA-M422-FM87, *Exigences relatives à la tenue au feu et aux propriétés antistatiques des courroies transporteuses*, 2000.

17. ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. ISO 13850, *Sécurité des machines – Arrêt d'urgence – Principes de conception*, 1996. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-002190).

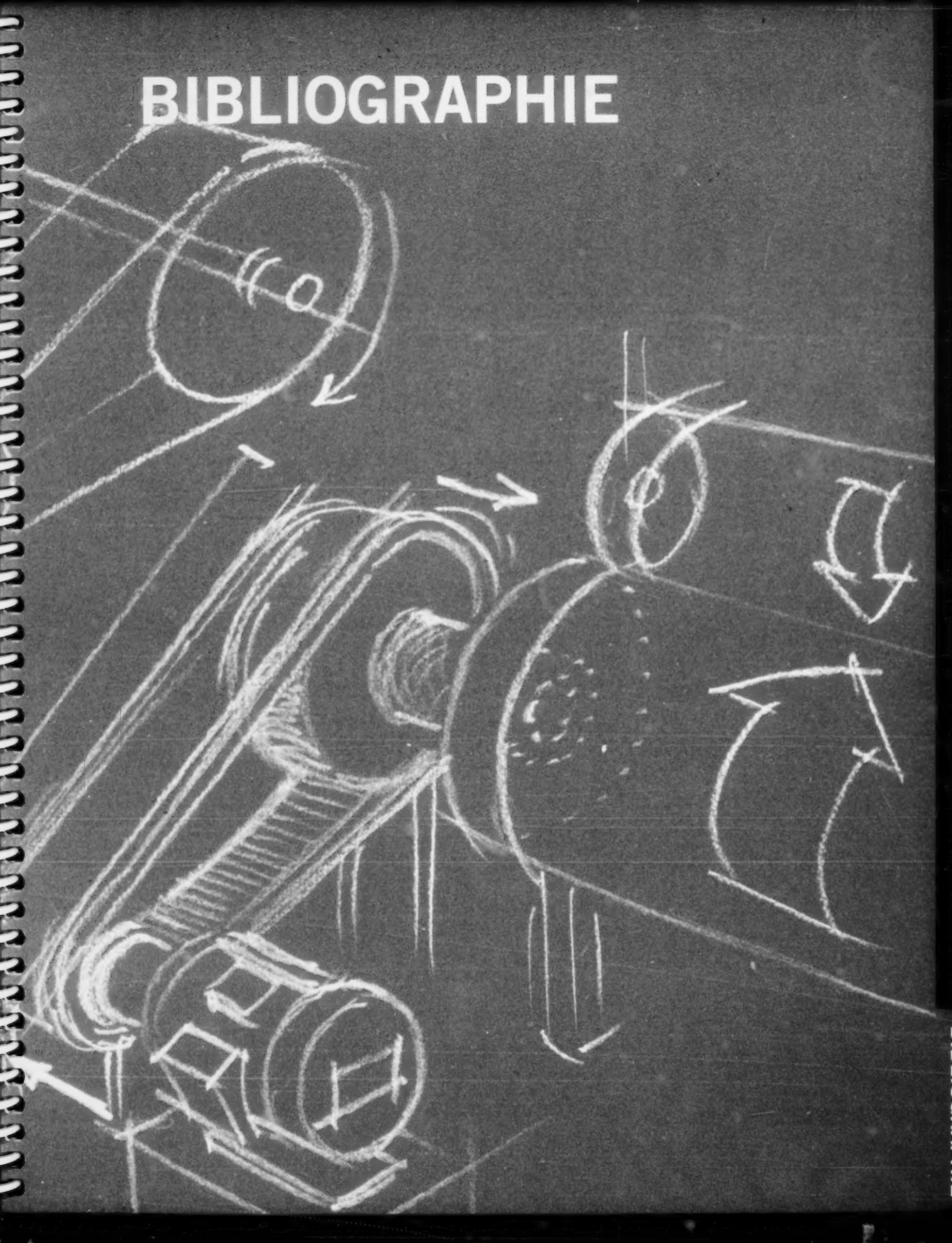
18. UNION TECHNIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ (UTE). NF EN 60947-5-5, *Appareillage à basse tension, partie 5-5, Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – appareil d'arrêt d'urgence électrique à accrochage mécanique*, avril 1998. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-002622).

19. CAISSE RÉGIONALE D'ASSURANCE MALADIE D'ÎLE DE FRANCE (CRAMIF). *Installation et utilisation des transporteurs à bande dans les carrières, dispositions générales n° 4*, 1994. Disponible au Centre de documentation de la CSST (MO-128115).

20. INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ (INRS). *Consignations et déconsignations*, ED 754, 1993. Disponible au Centre de documentation de la CSST (MO-126203).

21. AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. ANSI Z244.1, *Safety Requirements for the Lock Out / Tag Out*, 1993.

BIBLIOGRAPHIE



Convoyeurs à courroie

AFNOR. NF EN 1554, *Courroies transporteuses – Essais de frottement au tambour,* août 1999.

AFNOR. NF EN 1724, *Courroies transporteuses légères – Méthodes d'essai pour la détermination du coefficient de frottement,* juin 1999.

AFNOR. NF H 95-320, *Engins de manutention continue – Transporteurs à courroies destinés à être équipés d'un instrument de pesage totalisateur continu – Caractéristiques,* mai 1988. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-002759).

BRITISH STANDARD INSTITUTE. *Steel Cord Conveyor Belts – Adhesion Strength Test of the Cover to the Core Layer,* BS EN 28094 : 1994, ISO 8094 : 1984. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-002794).

CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURERS ASSOCIATION. ANSI/CEMA 402-2002, *Belt conveyors – Unit Handling Conveyors,* 2002. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-002643).

CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURERS ASSOCIATION. CEMA 502-2001, *Bulk Material Belt Conveyor Troughing and Return Idlers – Selection and Dimensions,* 2001. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-002707).

MINE SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION. *MSHA's Guide to Equipment Guarding,* OT 3, U.S. Department of Labor, 2000.

NATIONAL SAFETY COUNCIL. *Belt Conveyor for Bulk Materials – part 1 : Equipment,* I-569, 1990. Disponible au Centre de documentation de la CSST (RE-005502).

SUVA. *Liste de contrôle – Transporteurs à bande pour marchandises en vrac,* SUVAPro, réf. 67043.f, Suisse.

Convoyeurs – Généralités

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. *Safety Standard for Conveyors and Related Equipment,* ASME B20.1-2000 et addenda, 2000. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-000367).

AMERICAN SOCIETY OF SAFETY ENGINEERS. « Safe use of conveyor », dans *Professional Safety,* vol. 38, n° 4, avril 1993.

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION. EN 618, *Équipements et systèmes de manutention continue – Prescriptions de sécurité et de CEM pour les équipements de manutention mécanique des produits en vrac à l'exception des transporteurs fixes à courroie,* avril 2002. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-120521).

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION. *Projet définitif prEN 619, Équipements et systèmes de manutention continue – Prescriptions de sécurité et de CEM pour les équipements de manutention mécanique des charges isolées,* octobre 2000. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-002972).

CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURERS ASSOCIATION. ANSI/CEMA 102-2000, *Conveyor Terms and Definitions,* 2000. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-002645).

CONVEYOR EQUIPMENT MANUFACTURERS ASSOCIATION. ANSI/CEMA N° 401-2002, *Roller Conveyors – Non Powered*, 2002.

FYSON, R. Oliver. « Conveying safety to the user », dans *Professionnal Engineering*, juin 1990, p. 30-31.

ONTARIO PRINTING AND IMAGING ASSOCIATION, INDUSTRIAL ACCIDENT PREVENTION ASSOCIATION AND WORKPLACE SAFETY INSURANCE BOARD. *Printing Industry Health and Safety Guide*, 2002.

S. D. « Manutention en vrac des solides – Technologies et critères de choix », dans *Informations Chimie*, n° 326, mars 1991, p. 148-153. Disponible au Centre de documentation de la CSST (AP-060039).

SCHULTZ, George A. *Conveyor Safety Requirements when Using Older Equipment*, American Society of Safety Engineers, Professional Safety, mai 2001.

SCHULTZ, George A. *Conveyor Safety – Safety in the Design and Operation of Material Handling Systems*, American Society of Safety Engineers, 2000. Disponible au Centre de documentation de la CSST (MO-024005).

SCHULTZ, George A. *What a Safety Engineer Should Know About Conveyor Safety*, ASSE's 2001 Professional Development Conference, juin 2001.

SMANDYCH, R. Susan et coll., « Dust Control for Material Handling Operations : a Systematic Approach », dans *American Industrial Hygiene Association Journal*, vol. 58, n° 2, février 1998, p. 139-146. Disponible au Centre de documentation de la CSST (AP-054744).

SUOKAS, Jouko. « Evaluation of the Effect of Safety Regulation, Case Studies in Press and Conveyor Regulations », dans *Safety Science*, vol. 16, n° 3-4, 1993, p. 307-324.

Sécurité des machines

AFNOR. NF EN 292-2, *Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – partie 2 : Principes et spécifications techniques*, décembre 1991. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-001500).

AFNOR. NF EN 292-2/A1, *Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – partie 2 : Principes et spécifications techniques*, juin 1995. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-001500).

AFNOR. NF EN 349, *Sécurité des machines – Écartements minimaux pour prévenir les risques d'écrasement de parties du corps humain*, septembre 1993. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-000328).

AFNOR. NF EN 894-2, *Sécurité des machines – Spécifications ergonomiques pour la conception des dispositifs de signalisation et des organes de service – partie 2 : dispositifs de signalisation*, avril 1997. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-120851).

AFNOR. NF EN 954-1, *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1 : Principes généraux de conception*, février 1997. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-002262).

AFNOR. NF EN 999, *Positionnement des équipements de protection en fonction de la vitesse d'approche des parties du corps*, décembre 1998. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-120935).

AFNOR. NF EN 1037, *Sécurité des machines – Prévention de la marche intempestive*, mars 1996. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-120621).

AFNOR. NF EN 1050, *Sécurité des machines – Principes pour l'appréciation du risque*, janvier 1997. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-000796).

AFNOR. NF EN 1088, *Sécurité des machines – Dispositifs de verrouillage associés à des protecteurs, Principes de conception et de choix*, juin 1996. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-002223).

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. ANSI/RIA R15.06-1999, *American National Standard for Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements*, juin 1999. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-000723).

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. ASME B15.1-2000, *Safety Standard for Mechanical Power Transmission Apparatus*, 2000. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-000478).

BRITISH STANDARD INSTITUTE. PD 5304-2000, *Safe Use of Machinery*, 2000. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-001229).

COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL (CSST) ET L'INSTITUT DE RECHERCHE ROBERT-SAUVÉ EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL (IRSST), *Amélioration de la sécurité des machines par l'utilisation des dispositifs de protection*, publication n° DC 100-1313.

COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL (CSST) ET L'INSTITUT DE RECHERCHE ROBERT-SAUVÉ EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL (IRSST), *Mode d'emploi du sécurimètre*, publication n° DC 500-191, 2002.

GORIS, Anne-Marie. « Les dangers des points rentrants », dans *Travail et sécurité*, n° 586-587, juillet-août 1999, p. 36. Disponible au Centre de documentation de la CSST.

LUGDUNUM, Bernard. « Contrat de prévention – Concassage en douceur à la carrière Roffat », dans *Travail et sécurité*, n° 585, juin 1999. Disponible au Centre de documentation de la CSST.

LUPIN, Henri et Jacques MARSOT. *Sécurité des machines et des équipements de travail – Moyens de protection contre les risques mécaniques*, INRS, ED 807, 2000. Disponible au Centre de documentation de la CSST (MO-127648).

MAUGE, Michel. *Machines et équipements de travail – Mise en conformité*, INRS, ED 770, 1998. Disponible au Centre de documentation de la CSST (MO-017106).

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. ISO 13853, *Sécurité des machines – Distances de sécurité pour empêcher l'atteinte des zones dangereuses par les membres inférieurs*, 1998. Disponible au Centre de documentation de la CSST (NO-002202).

PAQUES, Joseph-Jean et Réal BOURBONNIÈRE. *Formation en sécurité des machines : appréciation et réduction du risque*, IRSST, septembre 2002.

Québec

DC 200-16227-1 (04-01)